

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

"На правах рукопису"
УДК _____

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.В. Коваль
(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2019р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення
за спеціалізацією Програмне забезпечення розподілених систем
на тему Формування знань про предметну область для ідентифікації
об'єктів

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи ТВ-71мн

Видря Юлія Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Коваль О.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019

**Національний технічний університет України
“ Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти другий, магістерський

зі спеціальності - 121 Інженерія програмного забезпечення

за спеціалізацією - Програмне забезпечення розподілених систем

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Коваль О.В.
(прізвище, ініціали) (підпис)
«___» _____ 2019 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ**

Видрі Юлії Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Формування знань про предметну область для ідентифікації об'єктів

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент Коваль О.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “15” 03 2019 року № 898

2. Строк подання студентом дисертації 15 травня 2019 року

3. Об'єкт дослідження методи представлення знань предметної області для ідентифікації об'єктів з урахуванням особливостей предметної області

4. Предмет дослідження формування бази знань про предметну область на основі семантичної мережі

5. Перелік питань, які потрібно розробити 1) провести аналіз існуючих методів представлення знань;

2) проаналізувати підходи до створення баз знань;

3) проаналізувати сучасні програмні засоби, що дозволяють створити базу знань;

4) на основі удосконаленого методу представлення знань сформувати базу знань.

6. Орієнтований перелік ілюстративного матеріалу загальна структура моделюючої системи, удосконалений метод семантичної мережі, порівняльний аналіз моделей представлення знань, критерії вибору моделі знань, концептуальна модель онтології предметної області, семантична мережа предметної області, аналіз сучасних предметів розробки онтології, приклади формування запитів до бази знань

7. Орієнтований перелік публікацій Сенченко В. Р. Формування знань про предметну область для ідентифікації об'єктів /О. В. Коваль, Ю.І. Видря// Реєстрація, зберігання і обробка даних - ІПРІ НАН України

8. Дата видачі завдання «20» вересня 2017 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строки виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання	20.09.17 р.	
2	Збір інформації	21.09.17р. — 21.09.18р.	
3	Аналіз вимог завдання, вибір методів і засобів розв'язання поставленої задачі	22.09.18р — 15.01.18р	
4	Підготовка матеріалів магістерської роботи	16.11.18р. — 21.12.18р.	
5	Підготовка програмного продукту	20.01.19р. — 23.03.19р.	
6	Тестування програмного продукту	24.03.19р. — 05.04.19р.	
7	Написання основних розділів автореферату	06.04.19р. — 10.05.19р.	
8	Захист програмного продукту	11.03.19р	
9	Передзахист	14.05.19р	
10	Захист	20.05.19р	

Студент

(підпис)

Видря Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник

(підпис)

Коваль О.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг дипломної роботи. Магістерська дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, переліку посилань з 54 найменувань, 2 додатків, і містить 19 рисунків, 2 таблиці. Повний обсяг магістерської дисертації складає 112 сторінок, з яких перелік посилань займає 5 сторінок, додатки 13 сторінок.

Актуальність теми. Потреба в знаннях, якими можна оперувати із застосуванням машинних методів обробки, стрімко поширюється. Виникає потреба впровадження нових підходів в організації знань. Актуальною проблемою є відсутність інтегрованої бази знань, що містить розподілені по різних джерелам окремі знання та має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Мета дослідження. Удосконалити метод представлення знань про предметну область для ідентифікації об'єктів з урахуванням особливостей предметної області.

Для досягнення поставленої задачі були сформульовані наступні **завдання дослідження**, що визначили логіку дослідження та його структуру:

- провести аналіз існуючих методів представлення знань;
- проаналізувати підходи до створення баз знань;
- проаналізувати сучасні програмні засоби , що дозволяють створити базу знань;
- провести огляд інструментів інженерії онтології;
- на основі удосконаленого методу представлення знань сформувати базу знань.

Об'єктом дослідження є методи представлення знань предметної області для ідентифікації об'єктів з урахуванням особливостей предметної області.

Предметом дослідження є формування бази знань про предметну область на основі семантичної мережі.

Методи дослідження. Розв'язання поставлених задач виконувались з використанням наступних методів:

- метод онтологічного підходу;
- метод семантичної мережі;
- метод логічної, фреймової, продукційної моделей представлення знань.

Наукова новизна одержаних результатів. Найбільш суттєвими науковими результатами магістерської дисертації є:

- удосконалено метод семантичної мережі предметної області за рахунок корегування структури мережі в процесі її використання для подальшої ідентифікації об'єктів на базі розробленої семантичної моделі, а також формування запитів до бази знань на природній мові.
- набуло подальшого розвитку у сфері визначення шкодочинних об'єктів сільськогосподарських рослин.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в розробці моделі бази знань, за допомогою якої можна ідентифікувати шкодочинний об'єкт сільськогосподарських рослин.

Ключові слова. МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ; БАЗА ЗНАНЬ; ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД; СЕМАНТИЧНА МЕРЕЖА.

ABSTRACT

Structure and volume of the thesis. The master's dissertation consists of an introduction, four sections, a conclusion, a list of references from 54 titles, 2 application, and contains 19 figures, 2 tables. The full volume of the master's dissertation is 112 pages, of which the list of links takes 5 pages, the annexes of 13 pages.

Actuality of theme. The need for knowledge that can be operated using machine processing methods is rapidly expanding. There is a need to introduce new approaches to knowledge organization. An urgent problem is the lack of an integrated knowledge base, which contains separate knowledge distributed by different sources and has an intuitive interface.

The goal of the work. Improve the method of presenting knowledge about the subject area for the identification of objects taking into account the features of the subject area.

Research tasks:

- to analyze the existing methods of presentation of knowledge;
- to analyze approaches to the creation of knowledge bases;
- analyze modern software tools that allow you to create a database knowledge;
- to review the tools of ontology engineering;
- based on the advanced method of representing knowledge to form a knowledge base.

Object of research. Methods for presenting knowledge of the subject area for the identification of objects taking into account the features of the subject area.

Subject of research. Formation of a knowledge base on the subject area based on a semantic network.

Scientific novelty:

- the method of the semantic domain of the subject area has been improved by adjusting the structure of the network in the process of its use for further identification of objects on

the basis of the developed semantic model, as well as the formation of requests to the knowledge base in the natural language.

- has further developed in the field of determining the harmful objects of agricultural plants.

Keywords. METHODS OF REPRESENTATION OF KNOWLEDGE; BASIS OF KNOWLEDGE; ONTOLOGICAL APPROACH; SEMANTIC NETWORK.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	11
ВСТУП.....	12
1. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ ВИРІШЕННЯ..	14
1.1. Модель Nonaka - Takeuchi – управління копоративними знаннями	17
1.2. Модель G. Hedlund - робота з неявними та явними знаннями	18
1.3. Модель К.Вііга – дотримується парадигми < знання –технологія – бізнес – управління>	19
1.4. Модель М. Erle, як стратегічна цінність знань	20
1.5. Модель L Edvinsson – модель інтелектуального капіталу	21
1.6. Модель Бурена – управління інтелектуальним капіталом	22
1.7 . Модель Деспре-Шаувеля – таксономія управління знаннями	23
Висновки до розділу 1	36
2. РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМ.....	37
2.1. Поняття інтелектуального інтерфейсу.....	37
2.2. Формування знань на основі даних.....	42
2.3. Трансформація даних і знань.....	44
2.4. Класифікація знань предметної області.....	44
Висновки до розділу 2	49
3. МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ.....	51
3.1. Фреймові моделі подання знань	51
3.2. Мережна модель представлення знань	55
3.3. Подання знань продукційними правилами.....	60
Висновки до розділу 3	63

4. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ	65
4.1. Методологія побудови систем управління знаннями на основі семантичного моделювання	68
4.2. Визначення глибини і масштабу моделі предметної області	72
4.3. Онтологія, як інструмент для розробки семантичного процесу.....	75
4.4. Формування ієрархії основних класів – таксономії предметної області.....	80
4.5. Виконання DL- запиту	86
4.6. Побудова семантичної мережі предметної області	88
Висновки до розділу 4	90
ВИСНОВОК	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
ДОДАТОК А	99
ДОДАТОК Б.....	101

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БД	База даних
OWL	Ontology Web Language - мова високого рівня для опису Web-онтологій, інтегрує в собі можливості мов
СУБД	Система управління базами даних
HTML	HyperText Markup Language — Мова розмітки гіпертекстових документів
RDFS	RDF Vocabulary Description Language, RDF Schema - мова опису RDF словників, використовується для формування метаданих на мові RDF
XML	eXtensible Markup Language - розширена мова розмітки, призначений для опису ієрархічних структур інформації з моделлю даних у вигляді деревовидних структур
ПрО	Предметна область
Protégé	візуальний редактор для створення онтологій на мові OWL, RDF, RDFS
ООП	Об'єктно – орієнтоване програмування
ПЗ	Програмне забезпечення

ВСТУП

Сьогодні, аграрна сфера життя суспільства набуває активного розвитку за рахунок впровадження інформаційних технологій, які дозволяються підвищити доступність до даних про сільськогосподарські культури та збільшення їх якості. Нові технології надають працівникам аграрної сфери широкі можливості вирощування, обробки та догляду за врожаєм на полях.

Потреба в знаннях, якими можна оперувати із застосуванням машинних методів обробки, стрімко поширюється. Сьогодні, навіть така традиційно консервативна сфера життя суспільства, як аграрна – потребує впровадження нових підходів в організації знань, які дозволяються більш професійно реагувати на виклики сьогодення. Це цілком стосується й такої специфічної сфери як «Шкодочинні об'єкти сільськогосподарських культур». Адже без надійного контролю шкідників втрати від них сьогодні можуть становити 30–40% і навіть досягати 50–70% [1]. Так, у виробництві зернових часто або ігнорують інсектицидний захист зернових, або приділяють йому недостатню увагу, нерідко неправильно оцінюючи потенційні втрати врожаю від шкідників. Таких прикладів можна навести багато. Але, питання полягає не тільки в недостатній увазі до проблеми, але й у відсутності інтегрованої бази знань, яка б містила розподілені по різним джерелам окремі знання. Більш того, така база знань повинна мати інтуїтивно зрозумілий (дружелюбний) інтерфейс, який би не відлякував звичайну людину, яка не дуже добро володіє інформаційними технологіями, від звернення до такої бази знань.

Термін «знання» має дуже широке значення. При застосуванні до систем, під «знанням» інформацію про логіку вирішення завдань, а під «даними» - інформацію, яка повинна бути проаналізована відповідно до цієї логіки.

Знання можна класифікувати за двома видами: формалізовані (явні) та неформалізовані (неявні). Формалізовані знання представляють строгі, конкретні і

чіткі висновки, наприклад формули, моделі, закони. Наприклад, вирахування норм витрат робочого розчину (літрів на гектар) для обробки рослин.

Неформалізовані знання мають описово-словесну форму і зазвичай не використовують будь-який математичний апарат. Складно звести їх до автоматизації. Такі знання зазвичай не коректні, приблизні і часто засновані виключно на інтуїції і досвіді фахівців.

Розвиток програмних систем, широкі дослідження в області моделей представлення знань, розробка баз знань показали, що структуризація неформалізованих знань є досить складною задачею і є одним із актуальних проблем вирішення для широкого застосування.

Метою роботи є удосконалення одного з методів представлення знань, щоб ідентифікувати шкодочинний об'єкт за вхідними параметрами.

За метод представлення знань було взято метод семантичної мережі. Семантична мережа є мережевою моделлю ПрО, що має вигляд орієнтованого графа, вершинами (вузлами) якої є класи (об'єкти ПрО), а дугами (ребрами) - спрямованість відносини або зв'язку, що з'єднують ці вузли семантичній мережі.

У порівнянні з іншими моделями представлення знань вона має наступні переваги: події та предмети описуються близько до природної мови; надання можливості з'єднувати окремі фрагменти мережі; створення організованої множини з понять та подій; виділення окремої ділянки мережі для кожної операції над даними та поняттями, а також надання можливості охопити необхідні характеристики в запиті; забезпечення наочності системи знань; схожість структури мережі знань семантичній структурі конструкцій природної мови; мережа відповідає уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини.

Фреймворк з відкритим вихідним кодом (розробка Стенфордського університету США), призначений для побудови інтелектуальних систем, заснованих на знаннях методами візуального програмування.

Для створення онтології в рамках випускний кваліфікаційної роботи обрано середовище розробки Protégé.

1. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ ТА ПІДХОДИ ДО ЇХ ВИРІШЕННЯ

Поняття «управління знаннями» (Knowledge Management, КМ) з'явилося в середині 90-х років у середовищі великих корпораціях, де проблеми обробки інформації набули особливої гостроти, ставши критичними [2]. Причому проблеми в сфері управління виникали як через відсутність інформації, так і в зв'язку з надлишком інформації.

Вперше термін управління знаннями використано у 1986 р. у виступі Карла Віга на конференції ООН, у контексті ІТ-рішень, спрямованих на збереження, структурування, аналіз, пошук звітів, аналітичних записок та інших документів з описанням певного успішного досвіду в галузі або в самій компанії.

В різних джерелах існують різні визначення поняття системи управління знаннями. Так у Буковіца В.Р та Уільямса Р.Л. система управління знаннями (СУЗ) є процесом завдяки чому організація збагачується, опираючись на свої інтелектуальні активи. У Скриме Д.Ж. СУЗ – це чітко окреслене і систематичне управління важливими для організації знаннями і пов'язаними з ними процесами управління, збирання, організації, застосування і експлуатації з метою досягнення цілей організації [3].

До найбільш авторитетних досліджень у галузі загальної теорії управління знаннями можна віднести таких авторів як Т. Давенпорт, М. Ерл, К. Вііг, К. Арджиріс, Л. Прусак, К.А. Свейбі, П. Сенге, Д. Тис, Дж.Бр. Куїнн, М. Зак. У розвитку управління знаннями найбільших успіхів досягли зарубіжні вчені та практики менеджменту: І. Нонака, Х. Такеучі, Е. Брукінг, У. Букович, Кр. Коллісон, Т.М. Коулопоулос, Дж. Парселл, Т. Стюарт, Е. Уїллер, Р. Уільямс, К. Фраппаоло, Дж. Харрінгтон, Л. Едвінссон.

Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених питанням управління знаннями, обрану для дослідження тему можна вважати недостатньо розробленою.

На даний час, незважаючи на те, що з часу першого використання поняття управління знаннями пройшло майже 25 років єдиного визначення даного поняття не існує, що можливо обумовлюється багатогранністю даного процесу. У науковій літературі можна знайти найрізноманітніші визначення поняття управління знаннями. Так У. Буковіч та Р. Уільямс дають таке визначення: «управління знаннями є процесом, за допомогою якого організація накопичує багатство, опираючись на свої інтелектуальні чи засновані на знаннях організаційні активи» [4]. Інтелектуальні чи засновані на знаннях активи у даному визначенні трактуються як те, що міцно пов'язане з людьми або впливає з організаційних процесів, систем і культури і має стосунок до іміджу організації, особистих знань працівників, інтелектуальної власності, ліцензій, а також таких структур, пов'язаних зі знаннями, як банки даних, технології, що використовуються як всередині організації, так і за її межами. Д. Скирме вважає, що управління знаннями — це «чітко окреслене і систематичне управління важливими для організації знаннями і пов'язаними з ними процесами управління, збирання, організації, дифузії, застосування і експлуатації з метою досягнення цілей організації» [5].

В свою чергу Р. Руглес стверджував, що «управління знаннями може бути визначене як підхід до збільшення або створення цінності шляхом активнішої підтримки досвіду, пов'язаного з ноу-хау та знанням, що і як робити, які існують однаковою мірою як у межах організації, так і поза нею» [5].

Головний редактор міжнародного журналу *International Journal of Knowledge Management* *John Dumay* дає наступне визначення управління знаннями: «Управління знаннями — це практика вибіркового застосування знань з нагромадженого досвіду прийняття рішень для теперішньої та майбутньої практики прийняття рішень з конкретною метою — покращення організаційної ефективності» [6].

Найбільш повним, на наш погляд, є визначення надане Марінічевою М. К.: «Управління знаннями — створення організаційних, технологічних та комунікаційних умов, за яких знання та інформація будуть сприяти рішенням

стратегічних і тактичних завдань ... принцип чотирьох Н: створення умов, за якими необхідні люди зможуть отримувати необхідну інформацію та знання в необхідний час для виконання необхідних завдань» [7]. Таксономія визначення терміну управління знаннями наведена у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 -Таксономія визначення терміну управління знаннями

Область дослідження	Формулювання
Інформаційні технології	Організовані та систематичні процеси організації та обміну знаннями серед робітників для ефективного використання знань.
Дослідницькі ІТ компанії	Представлення усієї організаційної діяльності в якості процесу вироблення знань для перетворення в технологічне оснащену організацію
Вивчення управління знаннями	Структура, що заснована на минулому досвіді та побудові нових механізмів для обміну та генерації нових знань
Інноваційний процес	Процес, що складається зі створення, отримання, об'єднання, розміщення та застосування знання для досягнення результативності операцій
Архітектура знань	Методичне поняття щодо управління цим цінним ресурсом за допомогою стимулювання комбінованого підходу для виявлення, збору, структурування, організації, обробки, розповсюдження та оцінювання активів знань підприємства
Адаптація CRM (Customer Relationship Management)	Методичне використання даних, інформації та умінь, інших структур капіталу та ресурсів для посилення інноваційності, реакції, ефективності та спроможності організації

Процеси управління знаннями	Процедура, процес чи практика успішного виконання процесів про знання, для знання та зі знань, що веде до покращення внутрішніх та зовнішніх операцій
-----------------------------	---

Управління знаннями здійснюються з метою використання накопиченого знання для підтримки прийняття обґрунтованих рішень. Розрізняються такі етапи управління знаннями:

1. Ідентифікація та отримання знань.
2. Систематизація та зберігання знань.
3. Розповсюдження та поширення.

Використання та оволодіння.

Отже, як було показано, серед фахівців не існує єдиного визначення даного поняття управління знаннями. Тому розглянемо найбільш відомі моделі управління знаннями: Нонаки-Такеучи, Хедлунда, Віїга, Эрла, Едвінссона, Бурена та Деспре-Шаувеля. Ці моделі представляють різні школи та підходи щодо управління знаннями.

1.1. Модель Nonaka - Takeuchi – управління копоративними знаннями

Відповідно до цієї моделі створення корпоративного знання відбувається в результаті безперервної взаємодії неявного і явного знання, при якому використовуються різні види трансформацій знання, а їх вибір стимулюється такими механізмами як соціалізація, екстерналізація, комбінація, інтерналізація (SECI):

- соціалізація – поширення досвіду співробітників (неявного знання співробітників) в процесі їх соціальної взаємодії;
- екстерналізація – ініціюється діалогом або так званими колективними роздумами (обговореннями проблем) з використанням метафор і аналогій;
- комбінація зв'язків між щойно створеним і вже наявним знанням, які

належить іншим структурам організації (при цьому формується і використовується системна модель, що включає різні точки зору на ситуацію);

- інтеріалізація – процес переходу знання з суб'єктивного в об'єктивне для використання його в бізнес-процесах корпорації. Стимулюється навчанням на практиці з використанням формалізованих інструкцій і описів [8].

У моделі Нонаки-Такеучи знання розвиваються по спіралі – при кожному новому циклі відбувається збагачення і зміна знання. При цьому поступово відбувається включення в процес створення організаційного знання все більшого числа людей в організації. Таким чином, знання поширюється по організації, виходячи на груповий, міжгруповий, організаційний і навіть міжорганізаційний рівень.

1.2. Модель G. Hedlund - робота з неявними та явними знаннями

Основою моделі Хедлунда є робота з неявними та явними знаннями, які існують в організації (корпорації). За критерієм цінності модель розділяє знання на три форми – пізнавальні знання, навички та втілене знання, яке приносить комерційну цінність. Крім того, Хедлунд вводить чотири рівні соціальної агрегації (відношень між співробітниками та підрозділами організації): індивідууми, малі групи, організації та міжорганізаційна область відношень [9].

Хедлунд в своїй моделі також визначає механізми перенесення і трансформації знань, які виражені наступним чином:

- 1) оформлення і інтеріалізація, в результаті чого знання з суб'єктивного переходять в об'єктивне та використовуються для управління бізнес-процесами корпорації;

- 2) поширенням знань і засвоєнням їх співробітниками, в результаті чого підвищується взаєморозуміння між індивідууми, малі групи, організації при вирішенні питань;

3) асиміляцією і розсіюванням, які відносяться до вилучення знання з середовища і введення знання в бізнес-процеси.

1.3. Модель К.Вііга – дотримується парадигми < знання –технологія – бізнес –управління>

Модель Вііга базується на чотирьох положеннях, на яких мають сфокусуватися керівники корпорації при вирішенні питань управління знаннями: фундамент управління знанням складається з того, як створюється знання, як вони використовуються при вирішенні проблем і прийнятті рішень, як знання корелюється з новими в технологіях їх подання та використання; необхідні постійні дослідження та оновлення знань, які є базовими для успішного вирішення проблем і прийнятті рішень; необхідна постійна оцінка ефективності використання знання в процесі вирішення проблем і прийнятті рішень на всіх етапах; необхідно активне управління знанням на всьому життєвому циклі організації, на всіх стадіях життєвого циклу продукції корпорації та інновацій в розвиток бізнесу.

Вііг виділяє чотири типи знання: фактичні знання (факти, події, об'єктивні показники тощо); концептуальні знання (теоритичні); очікуване знання - широко використовується при прийнятті рішень; 4) методологічне знання - обґрунтування, стратегії, методи прийняття рішень, а також «інструментами» обробки і використання інших типів знань (наприклад, прогнозування на основі трендов, що є, або облік минулих помилок, щоб не повторювати їх) [10].

Дуже цікавим підходом в моделі є поділ співробітників за критерієм сприйняття знань та можливості їх використання при вирішенні проблем. За цим критерієм він визначає наступні категорії:

1. Новачок – ледве усвідомлює, які знання та які технології можна використати при вирішенні питань.

2. Початківець – знає про знання та технології доступу, але не може самостійно ними користуватися.

3. Кваліфікований фахівець – користується знаннями та технологіями при доведенні положень, але іноді звертається за допомогою до довідників з зовнішній бази даних.

4. Експерт – володіє знаннями, тримає їх в пам'яті, володіє технологіями їх застосування, може доводити їх без залучення зовнішніх джерел.

5. Майстер – повністю володіє знаннями та технологіями виводу, глибоко їх розуміє, включає їх в систему своїх оцінок, думок, усвідомлює наслідки і результати їх використання [11].

Основною перевагою моделі Віїга є її прагматичне сприйняття та легке поєднання з іншими підходами при впровадженні систем управління знаннями в організації.

1.4. Модель М. Erle, як стратегічна цінність знань

Модель Ерла заснована на чотирьох основних положеннях: інвентаризації індивідуальних і організаційних знань, аудит знань, соціалізація, експертиза знань.

Суттєвим в моделі Ерла є те, що автор принципово відрізняє дані, інформацію та знання як окремі категорії, що потребують застосування різних методів та технологій їх обробки та використання. Виходячи з цього знання поділяються на три категорії (три рівня):

1. Прийняті знання (accepted) в організації, включаючи й теоретичні знання або первинні дані (статистика, показники тощо).

2. Фактичні (workable) знання, що існують в інформаційних ресурсах як внутрішніх, так і зовнішніх – факти, судження, інформація тощо.

3. Потенційні (potential) знання – які існують у вигляді суб'єктивного досвіду (інтуїції, дару передбачення) та можуть використовуватися при вирішенні питань або прийнятті рішень [12].

На думку Ерла потенційні знання (інтуїція, дар передбачення) носієм яких є суб'єкт - людина, з позиції переваг в конкурентному змаганні, є найважливішими та

найдорожчим знанням організації – інтелектуальний капітал (intellectual capital). Ці знання є знаряддям конкуренції, сприяють знаходженню нестандартних рішень основа конкуренції і передумови існування організації.

Для управління знаннями Ерл визначає три функції:

1) інвентаризація – картографія індивідуального та організаційного знання;
 2) аудит – знань як систематичний аналіз елементів інформації та знань з метою встановлення спектру інформаційних потреб для різних професійних груп фахівців;

3) соціалізація – створення умов для обміну неявним знанням та поширенню досвіду співробітників. Зменшення залежності знань від людей, що володіють ними. Крім того, зводяться до мінімуму втрати, пов'язані зі звільненням співробітників в інші компанії (утрати знань, важливих для ведення бізнесу; утрати зв'язків із ключовими клієнтами/постачальниками;

4) випробування – проблема невідомого незнання розглядається шляхом навчання на базі досвіду, дії та розбору надзвичайних ситуацій [13].

Модель управління знаннями Ерла включає чотири технічні та соціальні компоненти: систему знань, мережі, людина як носій знання, організації.

1.5. Модель L Edvinsson – модель інтелектуального капіталу

Головною метою впровадження моделі інтелектуального капіталу до структури корпорації є створення такої системи управління знаннями, що дозволяє отримувати додаткову вартість завдяки використанню інтелектуальної власності компанії.

Згідно з Едвінсоном інтелектуальний капітал складається з чотирьох складових:

1) людський капітал включає знання та професійні навички, які можуть бути

конвертовані в вартість. Визначається такими головними аспектами, як освіта, вміння, кваліфікація, навички, здібності, набутий досвід, моральні цінності, культура праці тощо;

2) структурний капітал складається з організаційного (об'єкти інтелектуальної власності, інформаційні ресурси і технології) та клієнтського капіталу (комерційні ідеї та ділові стосунки, комерційна мережа поширення продукції, ділова репутація фірми) як допоміжна інфраструктура корпорації;

3) бізнес-активи визначаються як структурний капітал, який корпорація використовує для створення вартості у комерційному процесі (обробні потужності, мережі розподілу);

4) інтелектуальна власність - інтелектуальні юридично захищені активи корпорації. Включає технічне і програмне забезпечення, організаційну структуру, патенти, торгові марки, все те, що дозволяє персоналу реалізовувати свій виробничий потенціал [14].

Кожна з цих складових може бути як замінною або власною.

1.6. Модель Бурена – управління інтелектуальним капіталом

Модель має за мету запропонувати типові рішення управління знаннями на з позиції управління інтелектуальним капіталом в корпорації. Ця модель розроблена робочою групою по управлінню знанням на підставі інтеграції методів та навичок управління знанням в різних сферах діяльності.

Відповідно до концепції – організація, що впроваджує систему управління знаннями, має зосереджувати увагу на питаннях, які мають відношення до сфери інтелектуального капіталу компанії, саме: людський капітал – розглядається як знання, професійні навички, досвід, що можуть бути конвертовані в вартість; інноваційний капітал – впровадження нових ідей, технології, досягнень науково-технічного прогресу та їх удосконалень, що забезпечує підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг; процесний капітал – включає формалізовані

всередині компанії процедури обміну досвідом, використання інформаційних технологій, які сприяють підвищенню ефективності та конкурентоспроможності; клієнтський капітал – знання про клієнтів які матеріалізуються в додаткові прибутки, що отримує компанія в результаті пропозиції клієнтам вигідніших умов співпраці і формування на цій основі довгострокових взаємин з ними [15].

Модель також пропонує поняття «критичних точок посилення потенціалу управління знаннями» і «критичні процеси управління знаннями», а також поняття «запуску процесів».

1.7. Модель Деспре-Шаувеля – таксономія управління знаннями

Модель таксономії управління знаннями акцентує увагу на чотирьох аспектах діяльності корпорації в процесі використання знань для прийняття рішень, або генерації нових знань: час – пов'язано з уявленням про організацію когнітивного процесу вироблення рішення; тип – визначає класифікацію неявного і явного знання організації або індивіда стає можливим використання зв'язків, що зберігаються в системі, людина – знання; рівень – ранжирує рівні соціальної агрегації (відношень між співробітниками та підрозділами організації) за критерієм сприйняття знань та можливості їх використання при вирішенні проблем; контекст – визначає умови використання знань (факти, події, дані, знання) в контексті вирішення питань в конкретній предметній області [16].

Контекст відбиває діловий процес, що привів до бажаного результату. Контекст розкриває і фонову інформацію, альтернативи, що були випробувані, а також причини, по яких вони не принесли бажаних результатів.

Відповідно до запропонованої моделі управління знаннями, автори класифікують сім основних технологічних кластерів (напрямів діяльності, спрямованих на організацію та управління знаннями, що характерні для будь якої корпорація, яка використовує сучасні інформаційні технології:

1. Бізнес-інтелект – здатність розуміти зв'язки між наявними фактами з метою спрямування дій для досягнення бажаних результатів (процес стратегічного планування, прогнозування, впровадження нових методів управління тощо);

2. Бенчмаркінгу – визначення процесів в корпорації, які необхідно поліпшити з метою досягнення більшої ефективності її роботи та конкурентоспроможності (внутрішній, конкурентний, функціональний, стратегічний);

3. Побудова сховищ даних;

4. Програмне забезпечення для групової роботи;

5. Об'єднання різних за фахом співробітників для вирішення складних проблем;

6. Інновація – впровадження нових ідей, технології, досягнень науково-технічного прогресу та їх удосконалень, що сприяє кількісним та якісним змінам у внутрішньому середовищі підприємства та забезпечує підвищення ефективності та отримання конкурентних переваг;

7. Навчання, компетенції, розвиток службовців.

Рішення в сфері інформаційних технологій (ІТ-рішення) підтримують правила, що супроводжують процес управління знаннями, допомагають зняти бар'єри на шляху вирішення задач формування єдиного робочого середовища, реалізації механізму відчуження, нагромадження, використання і модифікації знань, підтримки інновацій і доведення інформації про їх усім зацікавленим у них співробітникам.

Однак ІТ-рішення не відіграють домінуючу роль у методиках управління знаннями: якщо в фірмі не будуть проводитися заходи щодо формування культури спільної роботи і загального доступу до даних, то ніякі ІТ-рішення не дозволять одержати відчутні результати.

Так само як і використання, тільки лише гуманітарних технологій без залучення інформаційних технологій не приведе до ефективного управління знаннями. От тільки деякі задачі, що неможливо вирішити без використання рішень у сфері інформаційних технологій для управління знаннями.

Система управління знаннями зберігає знання в контексті вирішення задач, виконання проектів і відносин між людьми. Система управління знаннями направляє дії користувачів з метою розміщення інформації з визначених правил, що дозволяють у майбутньому успішно її знаходити і використовувати.

Заочні комунікації не тільки зменшують необхідність витратити час на особисті зустрічі. Знання, отримані в процесі персональних заочних консультацій будуть збережені в системі разом з контекстом і можуть бути використані потім усім співтовариством чи групою.

Доступ у будь-який час, у будь-якому місці не створює обмежень на тривалість заочних комунікацій і гарантує, що можна одержати накопичені компанією знання в потрібний час, а не тільки в момент персонального спілкування чи заходів, що забезпечують групові комунікації.

Підходи до управління знаннями при здійсненні аналітичної діяльності

Аналіз моделей управління знаннями, розглянутий у попередньому розділі, дає можливість створення такого висновку, практично будь-яка модель розглядає такі основні завдання управління знаннями:

1. Можливість досягнення цілей організації за рахунок накопичення інтелектуального капіталу та ефективного його використання.
2. Підвищення ефективності прийнятих управлінських рішень;
3. Створення передумов для появи інновацій та нововведень використання бенчмаркінгу в усіх сферах діяльності.
4. Навчання, тренінги, підвищення кваліфікації та мотивація співробітників; підвищення ефективності процесів усього життєвого циклу товарів і послуг.
5. Більш ефективне використання інформаційних технологій з метою отримання нових знань.

В рамках системи управління знаннями можна виділити наступні функції, які виконують ІТ-технології:

1. Обчислювальна – робота з даними.
2. Комунікаційна – забезпечують взаємодію та спілкування між

учасниками процесів на підприємстві.

3. Збереження – кодифікація та архівація накопичених знань.
4. Трансферна – передача знання по каналам зовнішнього та внутрішнього зв'язку.
5. Трансформаційна – формалізація неявного знання.
6. Пошукова – пошук релевантних інформації та знання.
7. Фільтраційна - відбір знань та сортування їх по встановленим критеріям.
8. Поширювальна - дифузія знання.
9. Захисна – забезпечення захисту унікальності знання підприємства [18].

Існує три шляхи створення технологічної інфраструктури системи управління знаннями. Перший полягає у придбанні організацією готового технологічного рішення. Розробка технології силами ІТ-підрозділу представляє другий спосіб створення технологічної інфраструктури. Можливе також вдосконалення вже існуючого у підприємства рішення. Автор вважає доцільними реалізацію останніх двох способів, адже більшість технологічних рішень в сфері управління знаннями було розроблено на основі існуючих систем управління документообігом, БД, робочими групами та інше. Підприємство може не мати повного коробочного програмного забезпечення для реалізації управління знаннями. Достатньо мати окремі його складові, які передбачають можливість здійснення певних функцій такого управління, такі як електронна пошта; програмне забезпечення для роботи в групах; пошукові системи; Інтернет (інтранет); бази даних, тощо.

При реалізації першого шляху створення технологічної інфраструктури слід дотримуватися наступних критеріїв вибору технології управління знаннями [19]: можливість спільної роботи; сумісність з наявними технологіями та галузевими стандартами; простота у використанні; можливість доповнення навчаючими системами; схожість з наявними технологіями; фільтрація знання; стійкість; можливість вдосконалення зі зміною потреб та адаптивність до нових технологічних рішень; наявність пошукових машин; безпечність.

Аналіз публікації з питань щодо управління знаннями в організаціях [20] свідчить, що можна виділити два підходи, які істотно відрізняються між собою.

Перший підхід (підхід першого покоління УЗ) виходить з парадигми, що цінні знання в організації вже існують, тобто вони вже створені і все, що потрібно зробити, – це належним чином зафіксувати їх, закодувати і розповсюдити. Відповідно до цієї парадигми, діяльність по УЗ в організації (корпорації) починається після того, як знання вироблено. Отже, метою УЗ, згідно з такою парадигмою, є не вдосконалення процесу виробництва (створення) знань, а лише його використання (застосування у практичній діяльності).

Прихильники другого підходу (другого покоління УЗ) дотримуються парадигми, що знання не існують у готовому вигляді для безпосереднього їх використання в корпорації. Метою УЗ другого підходу є виявлення проблем, які формують попит на нові знання та вироблення нових знань для досягнення переваг та конкурентоспроможності. Фактично, нові знання безперервно виробляються в процесі обробки знань (knowledge processing).

Взаємозв'язок середовищ обробки знань та виконання бізнес процесів, відповідно до другого підходу, показаний на рис. 1.1.

Для подальшого з'ясування відмінностей першого і другого підходів дамо деякі пояснення. У підході першого покоління не розглядається житевий цикл знань, немає системного розгляду процесу роботи зі знанням як складного внутрішнього корпоративного соціального процесу.

Основна увага приділяється тому, як краще зафіксувати, закодувати і поширити організаційні знання, у тому числі шляхом максимізації перекладу неявних знань в явні.

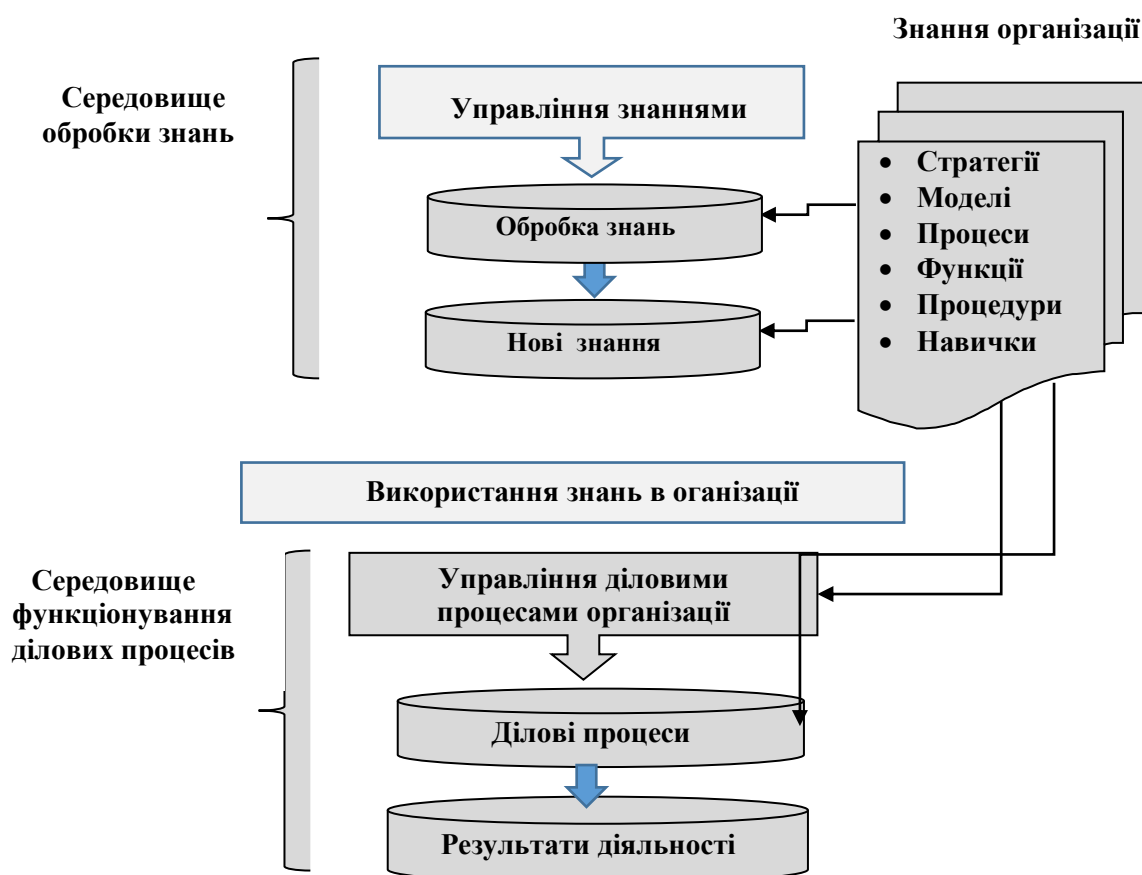


Рисунок 1.1 - Зв'язок між процесами роботи із знаннями та бізнес-процесами

По суті, мова йде про ефективну систему доставки наявних знань споживачу (особі, групі осіб), тобто про оперативне інформування щодо існуючих в організації знань. Насправді, це мало чим відрізняється від традиційних дій з управління інформаційними ресурсами компанії.

Управління знаннями відрізняється від управління інформацією за рахунок наявності метаданих, метатверджень – тверджень заснованих на знаннях. Саме метатвердження (оцінки достовірності, історія застосування, узагальнення) можуть дати користувачу доступ до аргументів та доказам, які стоять або не стоять за цими твердженнями. У забезпеченні таких можливостей і полягає основна мета підходу другого покоління в УЗ [21].

Слід підкреслити, що обробка інформації та управління інформацією в корпорації, безумовно, оказують позитивний ефект на її роботу, але не мають

принципового відношення до обробці знань. Ефективний доступ до інформаційних ресурсів – важливий елемент в роботі із знаннями. Але при цьому слід відрізняти процеси обробки інформації з процесами обробки знань. Тому завдання адміністратора по знаннях полягає тільки в полегшенні доступу споживачів до інформації за рахунок використання новітніх інформаційних технологій.

Аналізуючи як закордонний [22], так і вітчизняний досвід [22] впровадження систем управління знаннями в організаціях різного профілю, можна помітити суттєве розходження між початковими очікуваннями та періодом експериментів і реальної оцінки ефективності систем, заснованих на знаннях. Зазвичай, на початковому етапі впровадження системи основні надії покладалися на інформаційні технології, які мають бути застосовані в організації при управлінні знаннями. Найпростішим рішенням бачилося призначити заступника директора з ІТ відповідальним за управління знаннями (менеджера - Senior Knowledge Officer). Але дослідження показує на значну кількість невдач в ході реалізації проектів з управління знаннями [23]. Причинами такої ситуації експерти вважають помилковою по ряду причин.

По-перше, оскільки сама ідеологія управління знаннями поки знаходиться на стадії вироблення, менеджери з інформаційних технологій часто не знають з чого починати. Крім того, їм не вистачає розуміння важливості організаційної культури в процесах управління знаннями.

По-друге, фахівці вважають, що в організаціях у тій чи іншій формі використовуються тільки 20% усіх знань, що стають "явними", це означає, що 80% залишаються незатребуваними. Доступ до цих "невиражених" знань може бути отриманий тільки в процесі взаємодії людей.

По-третє, ІТ-спеціалісти - це, насамперед, фахівці зі збору і пошуку явно виражених знань, в той час як менеджери з управління знаннями повинні бути більш зосереджені на аспектах знань, які реалізуються як в технологічному, так і гуманітарної складових організацій.

По-четверте, надто велика увага до інформаційних технологій та недостатнє врахування людського фактору при роботі із знаннями в організації [24].

По-п'яте, поширена точка зору щодо провідної ролі інформаційних технологій в ході реалізації управління знаннями є помилковою.

Дослідження показують, що більшість вчених та практиків переконані, що не існує стандартних схем впровадження систем управління знаннями. В той же час, більшість фахівців [25] схиляються до думки, що процес впровадження управління знаннями можна представити як послідовність трьох етапів, а саме: аналіз діяльності організації з метою побудови стратегії впровадження; вибір та розробка стратегії управління знаннями; реалізація стратегії управління знаннями в межах обраної стратегії.

Розробка стратегії управління знаннями передбачає чотири етапи: встановлення стратегічних цілей управління знаннями, параметрів та показників їх досягнення; визначення інтелектуальної позиції організації; вибір політики та формулювання пріоритетних завдань; формулювання стратегій управління знаннями.

Вимірювач ступінь володіння працівником знання - це їх компетенція. Компетенція - це заснована на наявних знань розуміння того, що необхідно для роботи.

На підставі аналізу досліджень, які проведені в роботах [25] можна виділити 6 стратегій управління знаннями в організаціях:

1. Використання знань як продукт. Стратегія часто розглядають знання як продукт, а управління знаннями як фактор, що позитивно впливає на прибутковість організації (наприклад, консалтингові фірми, які заробляють знаннями). Стратегія зосереджується на питаннях обміну знаннями, а також розвитку індивідуальної компетенції працівників, проведення тренінгів, формування відповідної корпоративної культури. Ця стратегія докладно досліджена в роботах, присвячених людському капіталу, формування людського капіталу, кадровому менеджменту, мотивації [26].

2. Стратегія передачі – трансферту знань. Стратегія ґрунтується на обміні знаннями між окремими елементами внутрішньої структури організації. До елементів внутрішньої структури відносять інформаційні системи, бази даних, оргструктури, авторські права, патенти, ноу-хау, ліцензії та ін. В цієї стратегії увага зосереджується на процесах повторного використання знань, передачі кращої практики з метою її використання для вдосконалення операцій. Ключовим елементом інноваційного процесу є інформаційні технології, які стають своєрідною з'єднуючою ланкою між джерелами та споживачами знань. Тобто, формування відповідної структури орієнтованої на інтенсивний обмін знаннями усередині організації та передача знань іншим організаціям та філіалам на умовах субпідряду. Вони широко використовують аутсорсінг [27] – передачу допоміжних функцій стороннім організаціям. На підприємствах, організованих за сітьовим принципом, діють нові фактори успіху, іноді настільки не схожі на традиційні. Істотним стає не концентрація та централізація безпосередньо виробництва, а організація ефективної мережної взаємодії між всіма учасниками виробничого процесу на умовах обміну знаннями та досвідом їх управління.

3. Стратегія на залучення широкого кола споживачів. До елементів зовнішньої структури (широкого кола споживачів), як відомо, відносять зв'язки із клієнтами, постачальниками, конкурентами тощо. Стратегія спирається на маркетингові технології, центральним моментом яких є методи та підходи, що дозволяють глибше розуміти потреби клієнта, визначати його приховані потреби, шукати нереалізовані можливості в обслуговуванні та на цій основі розвивати відносини із клієнтами та тим самим розширювати конкурентоспроможність організації. При реалізації цієї стратегії часто використовуються сучасні інформаційні технології (CRM).

4. Стратегія персональної відповідальності за активи знань.. Це може відбуватися різними шляхами, насамперед шляхом прямого контакту зі споживачами, тобто знання передаються споживачу, що суттєво підвищує його обізнаність. Стратегія базується на уявленні, що володарями знань є співробітники

організації, яких потрібно підтримувати і одночасно покласти на них відповідальність за ідентифікацію, підтримку і розширення власних знань. Підвищення компетенції співробітників сприяють будь-які форми зворотного зв'язку, отримані за допомогою маркетингових досліджень або шляхом установлення безпосередніх контактів. Так, останнім часом поширення зазнала технологія управління знаннями – бенчмаркінг [28]. Бенчмаркінг є систематичним процесом вдосконалювання діяльності за рахунок виявлення кращих організацій, оцінки їхньої досягнення з метою використання передового досвіду цих організацій та поліпшення конкурентоспроможності організації.

5. Стратегія управління знаннями за моделлю McKinsey. Стратегія має справу в основному з перенесенням індивідуального знання у корпоративні системи та закріпленням його там із метою широкого використання іншими співробітниками. Так, міжнародна консалтингова компанія, що спеціалізується на вирішенні завдань, пов'язаних зі стратегічним управлінням McKinsey [29] заносить дані в базу знань, включаючи прізвища учасників проекту, реакцію та оцінки клієнтів, а також запропоновані рішення. Таким чином, значна частина індивідуальних знань у вигляді підходів, принципів, послідовності дій, способів структурування проблем стає доступною всім експертам компанії. Це дає можливість говорити про трансформацію індивідуальних знань у знання колективні, що дозволяє проводити досить ефективно навчання нових співробітників прямо на їхніх робочих місцях, не відриваючи їх від виконання безпосередніх обов'язків. Це також робить компанію менш залежною від присутності в ній тих або інших експертів, що володіють більшим досвідом і знаннями. У рамках цієї стратегії здійснюються систематичні опитування споживачів, формуються бази даних про споживачів і їхні переваги.

6. Обмін знаннями між елементами зовнішньої та внутрішньої структур. Дана стратегія використовується з метою підвищення якості обслуговування споживачів. Прикладом є організація обслуговування гостей у готелях мережі Ritz Carlton. Отримана інформація використовується потім для вдосконалювання товарів і обслуговування, стає потужним фактором конкурентоспроможності компанії. Ці

відомості разом з усіма побажаннями клієнта заносяться в спеціальну базу даних для того, щоб при повторному візиті гостювальника заздалегідь урахувати всі його індивідуальні побажання. В цієї стратегії База даних клієнтів – це істотний елемент внутрішньої структури, один із найважливіших ресурсів компанії. Саме шляхом організації такого індивідуального обслуговування й шляхом концентрації даних про свої клієнтів компанія забезпечує істотні переваги в порівнянні з конкурентами.

На вибір стратегії управління знаннями значно впливають такі фактори як рівень змін та їх темп. У ряді випадків організації, що мають досвід управління знаннями протягом декількох років, упроваджують у себе інтегровані стратегії, які мають справу з усіма елементами інтелектуального капіталу одночасно. Часто організація використовує не одну, а кілька стратегій одночасно, виділяючи як правило серед них пріоритетні.

На етапі реалізації стратегії управління знаннями надзвичайно важливу роль для успішності процесу впровадження управління знаннями відіграє підготовчий етап. Така ситуація пов'язана з високою ймовірністю виникнення негативного відношення персоналу до управління знаннями як до організаційної зміни внаслідок недостатнього розуміння його цілей; небажанням ділитися знаннями через страх втратити власну корисність і унікальність; приховуванням цінних знань; опором змінам та іншим.

Як зазначають деякі дослідники [30], організаційні зміни можуть мати успіх лише в тому випадку, якщо емоційним і поведінковим аспектам приділяється не менше уваги, ніж виробничим [31]. Тому формування позитивного відношення до управління знаннями та мінімізація опору змінам безперечно забезпечує успішність процесу впровадження управління знаннями на вході даного процесу та суттєво зніжує ризики негативного ефекту від їх впровадження.

Отже, обов'язковість попереднього підготовчого етапу перед безпосереднім формуванням функціональних умов для реалізації стратегії управління знаннями є необхідністю. Цей етап реалізації стратегії управління знаннями включає формування позитивного відношення до управління знаннями, подолання опору

змінам та реалізацію пілотного проекту. На етапі формування позитивного відношення до управління знаннями потрібно враховувати такі фактори:

Чи є підтримка змін у напрямку введення нових методів управління знаннями з боку топ-менеджменту організації?

Чи є підтримка з боку широкого кола співробітників організації?

Наскільки співробітників організації розуміють реальну вигоду від проведення змін? Для подолання або мінімізації опору змінам, пов'язаним із впровадженням в організації управління знаннями, доцільно застосовувати окремі методи управління опором змінам, запропоновані Дж. Коттером і Л. Шлезінгером (таблиця 1.2) [32].

Таблиця 1.2 - Методи управління опором змінам

Підхід	Ситуація, за якої використовується	Переваги	Недоліки
Інформування та спілкування	При недостатньому обсязі інформації або неточної інформації в аналізі	Якщо вам вдалося переконати людей, то вони будуть допомагати вам при здійсненні змін	Підхід може вимагати дуже багато часу, якщо приймає участь велика кількість людей
Участь і зацікавленість	Коли ініціатори зміни не мають всієї інформації, необхідної для планування зміни, і коли інші мають значні сили для опору	Учасники відчуватимуть відповідальність за здійснення зміни, і будь-яка відповідна інформація, яка включатиметься в план зміни	Цей підхід може займати багато часу

Допомога і підтримка	Коли люди опираються змінам через страх проблем адаптації до нових умов	Жоден інший підхід не спрацьовує так добре при рішенні проблем адаптації до нових умов	Підхід може бути дорогим, вимагати великої кількості часу й проте зазнати невдачі
Переговори й угоди	Коли окремих службовців або група явно втрачають щось, небадь при здійсненні змін	Іноді це є порівняно простим (легким) шляхом уникнути сильного опору	Підхід може стати занадто дорогим, якщо він ставить метою домогтися згоди тільки шляхом переговорів
Маніпуляції й кооптації	Коли інші тактики не спрацьовують або є занадто дорогими	Цей підхід може бути порівняно швидким і недорогим рішенням проблем опору	Може породжувати проблеми, якщо в людей виникне почуття, що ними маніпулюють
Явний і неявний примус	Коли необхідно швидке здійснення змін і коли ініціатори змін мають значну силу	Цей підхід відрізняється швидкістю й дозволяє перебороти будь-який вид опору	Ризикований спосіб, якщо люди залишаються незадоволеними ініціаторами змін

Зрозуміло, що для вирішення проблем опору необхідно створити у виконавців мотивацію до змін через створення умов, за яких їх поведінка природним чином буде відповідати меті зміни, забезпечити прозорість інформації та використовувати розгалужену систему матеріального та морального стимулювання [33].

Реалізація пілотного проекту з управління знаннями дозволить переконатися у застосовності та ефективності розробленої стратегії управління знаннями. Пілотний проект передбачає впровадження управління знаннями на окремих функціональних ділянках організації або ж відносно окремих процесів, пов'язаних зі знаннями в організації. Такий шлях не обов'язковий для всіх організацій, які впроваджують управління знаннями, але практика показує його привабливість в порівнянні з побудовою цілісної системи управління знаннями. Позитивний досвід такої схеми мають провідні світові організації. До того ж цей шлях доцільний і в контексті його невисокої вартості для організації.

Висновки до розділу 1

Важливим елементом системи управління знаннями виступають інформаційні технології, без яких неможливе її функціонування в цілому. Разом з тим вони виступають у тісній взаємодії з іншими елементами системи і не можуть розглядатися як вирішальний фактор в ході реалізації управління знаннями на підприємстві. Дослідження показують, що впровадження системи управління знаннями нерозривно поєднується з концепцією управління організаційними змінами. Для кожного етапу в схемі впровадження управління знаннями нами запропоновано різні інструменти та методи управління змінами. Так, на етапі стратегічного аналізу для діагностики потреб у змінах пропонується застосовувати модель Надлера-Ташмена. Під час вибору та обґрунтування стратегії управління знаннями в статті розглянуто можливості застосування інструментарію управління змінами з метою визначення рівня та темпу змін.

2. РОЗРОБКА МЕТОДОЛОГІЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ НА ОСНОВІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

На підготовчому етапі реалізації стратегії управління знаннями запропоновано використовувати матрицю діагностики готовності організації до змін та широко застосовувати методи подолання опору змінам. Пріоритетними напрямками дослідження, на думку авторів, можуть бути детальні розробки щодо практичного застосування представлених інструментів та методів управління змінами в процесі впровадження управління знаннями в організації.

Поняття інтелектуального інтерфейсу, як механізму самонавчання системи при взаємодії з користувачем і зовнішнім середовищем для вирішення вимірювальної завдання [34]. Механізм, який здатний контролювати стан системи при різних діях користувача, включаючи неадекватні дії і можливі аварійні ситуації. Наявність такого інтерфейсу дозволить скоротити час на розробку інтерфейсу людина-прилад, а значить і час на розробку приладу в цілому, на адаптацію до приладу і спростити взаємодію з вимірювальною системою. Реалізований в приладі такої інтерфейс допоможе оператору провести процес вимірювання в цілому, вказати послідовність дій: завдання режимів, алгоритмів і обробки результатів вимірювання, запобігти некоректні дії оператора, підказати в разі несправності приладу оператору причину і місце збою, рекомендувати деяку послідовність дій. Інтерфейс повинен виявити рівень підготовки і знань користувача в даній вимірювальній задачі і допомогти в разі потреби.

2.1. Поняття інтелектуального інтерфейсу

Архітектура автоматизованого банку даних може бути представлена наступною схемою (рисунок 2.1).

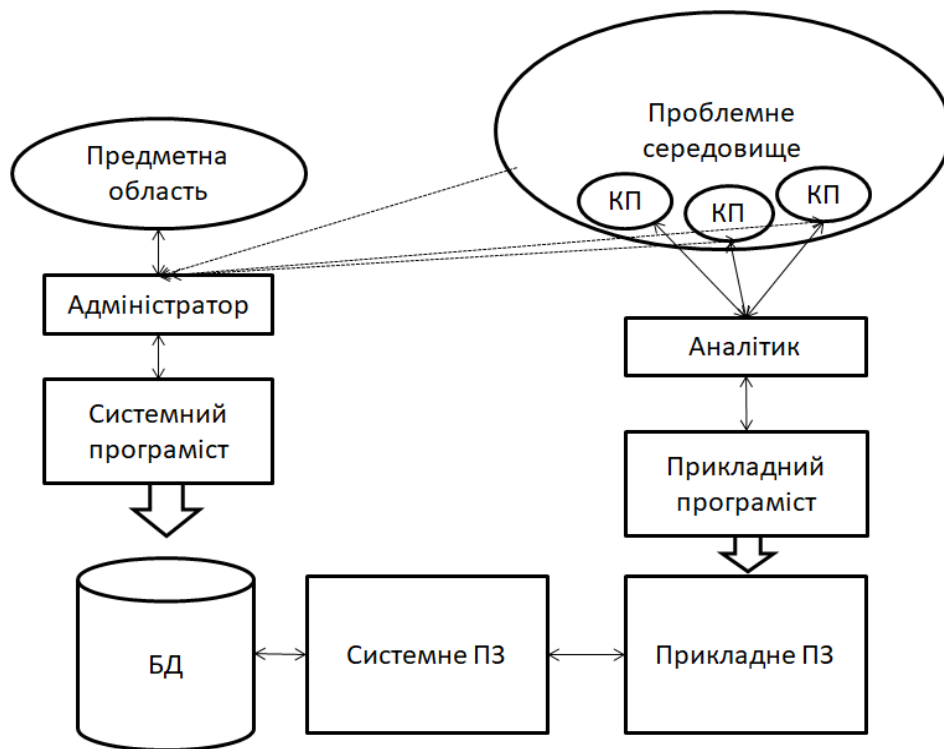


Рисунок 2.1 - Архітектура автоматизованого банку даних

Технологія рішення задач в рамках такої інформаційної системи передбачає використання посередників (аналітиків і прикладних програмістів) між кінцевими користувачами і комп'ютером, що призводить до підвищення суб'єктивного фактора при створенні додатків. Дійсно, якість роботи програми повністю залежить від того, як аналітик зрозумів завдання, сформульовану кінцевим користувачем, від адекватності і ефективності обраних ним моделей рішення, від кваліфікації прикладного програміста в написанні програмного коду (реалізації моделей) [35].

Істотне зниження ролі суб'єктивної складової при вирішенні задач в рамках інтелектуальних систем досягається шляхом виключення проміжних ланок між кінцевим користувачем і інформаційною системою. Нижче (рисунок 2.2). Представлена загальна архітектура автоматизованого банку знань.

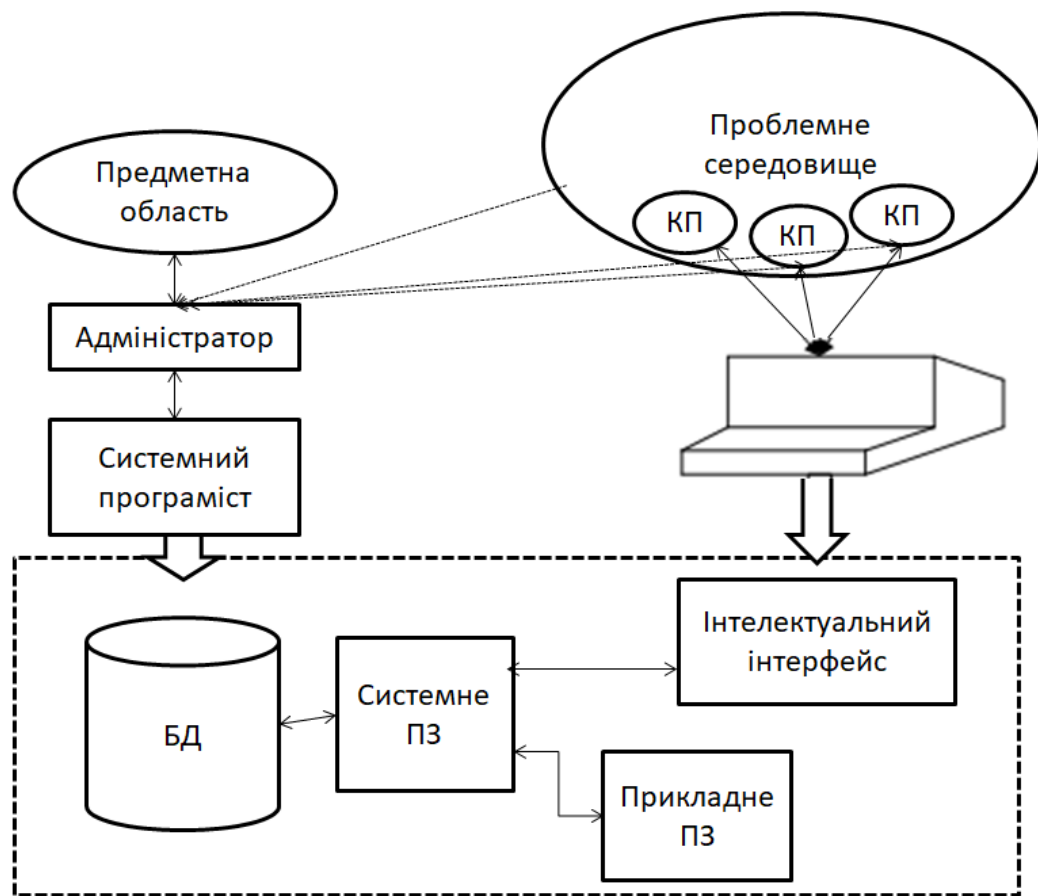


Рисунок 2.2 – Загальна структура архітектура автоматизованого банку знань

Кінцевий користувач спілкується з системою через термінал. Між користувачем і банком інформації присутній новий посередник - Інтелектуальний Інтерфейс (ІІ). ІІ являє собою програмно-алгоритмічний комплекс, що автоматизує основні функції аналітика та прикладного програміста.

До функцій аналітика тут віднесемо:

- спілкування з кінцевим користувачем при аналізі постановки завдання;
- спілкування з кінцевим користувачем при інтерпретації результатів отриманого рішення;
- переклад опису завдання на формалізований мову алгоритмів (вибір моделі рішення)

Функції прикладного програміста П виконує на основі бібліотеки програмних модулів, з яких синтезуються прикладні програми, що забезпечують рішення поставленої інформаційної завдання кінцевим користувачем [36].

Щоб П міг виконати покладені на нього функції по спілкуванню з користувачем, «розуміння» постановки задачі, синтезу програм, які забезпечують вирішення завдання, представлення отриманих результатів у вигляді, зручному для сприйняття, необхідно надати П наступну інформацію:

- знання про закономірності, що існують в предметній області (ПО), і дозволяють виводити нові факти (які мають місце в даному стані ПО, але незафіксовані в явному вигляді в базі даних (БД);

- знання про проблемну середовищі, в якій працює кінцевий користувач;
- знання про структуру та зміст БД;
- лінгвістичні знання, що забезпечують «розуміння» вхідного мови.

Нижче наведена загальна структура інтерфейсу (рисунок 2.3).

Діалоговий (лексичний) процесор - переводить повідомлення кінцевого користувача з природної мови у внутрішнє представлення. Діалоговий процесор використовує знання про вхідній мові, що зберігаються в базі знань.

Планувальник (плануюча система) - перетворює формалізований опис вихідної задачі, що надходить на його вхід в робочу програму. Являє собою спеціальний комплекс програм, під час роботи постійно контактують з базою знань.

База знань - зберігає знання про предметну область і проблемне середовище. З бази знань планувальник отримує інформацію: про проблемне середовище і способи рішень задач; про спосіб формування робочої програми; про можливості автоматичного синтезу програм з набору базових програмних модулів, наявних в базі знань.

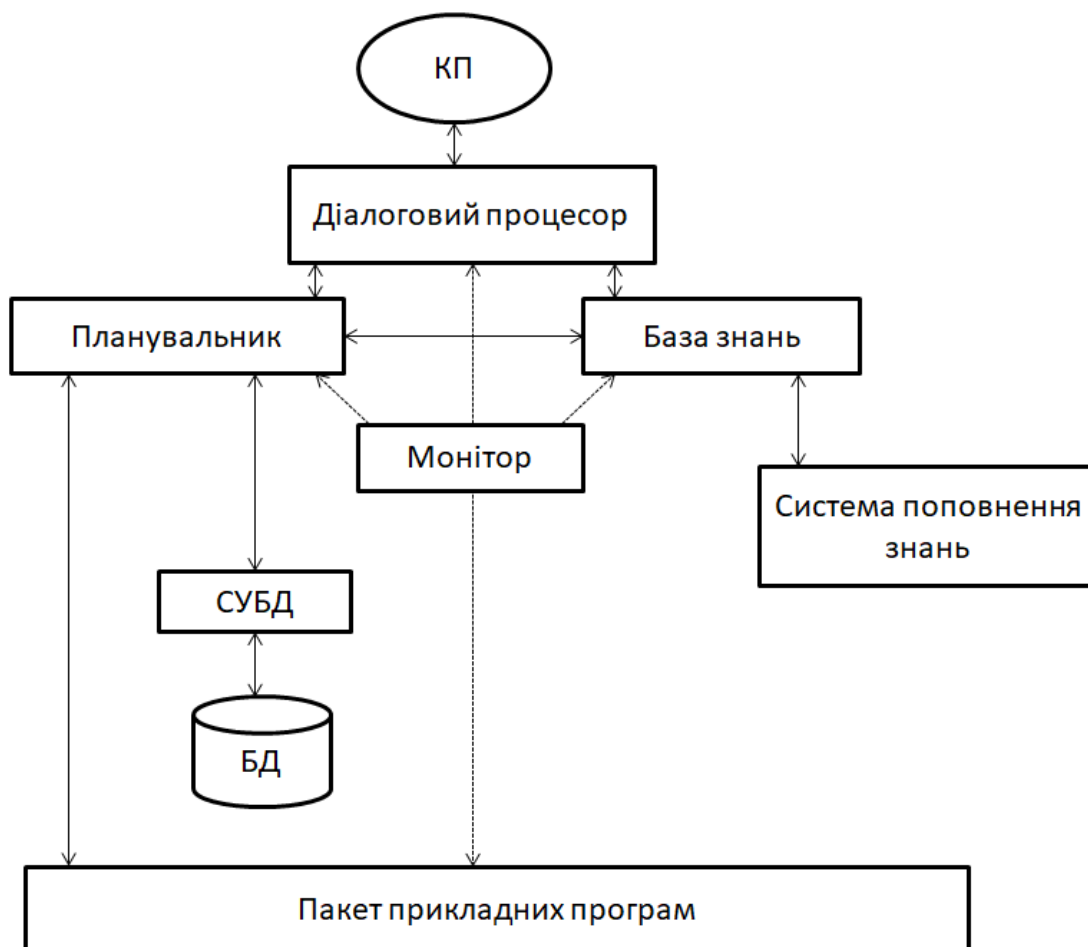


Рисунок 2.3 - Загальна структура Інтелектуального Інтерфейсу

З бази даних через СУБД витягується вся необхідна інформація для виконання синтезованої прикладної програми. Дані, отримані з БД, виступають в цьому випадку як вхідні аргументи прикладної програми.

При відсутності необхідної інформації в базі даних і бази знань, знання якісного характеру можуть бути отримані за допомогою підсистеми поповнення знань, яка реалізує логічні алгоритми синтезу нових знань. Крім того, дана підсистема забезпечує автоматичне поповнення і модифікацію знань, виходячи з результатів взаємодії з кінцевими користувачами, тобто відповідно до змін проблемної середовища.

Таким чином, штучний інтелект - це один з напрямків інформатики, метою якого є розробка апаратно-програмних засобів, що дозволяють користувачу, не

програмісту ставити і вирішувати свої, що традиційно вважаються інтелектуальними завдання, спілкуючись з комп'ютером на обмеженій підмножині природної мови [37].

2.2. Формування знань на основі даних

Дані - це окремі факти, що характеризують об'єкти, явища, процеси ПО, а також їх властивості [38].

Знання - це закономірності ПО (принципи, зв'язки, закони), отримані в результаті практичної діяльності та професійного досвіду, що дозволяють фахівцям ставити і вирішувати завдання в цій галузі. Знання - це добре структуровані дані, або дані про дані, або метадані [38].

1. Внутрішня інтерпритованість. Кожна інформаційна одиниця повинна мати унікальне ім'я, за яким система знаходить її, а також відповідає на запити, в яких це ім'я згадано.

При переході до знань в пам'ять комп'ютера вводиться інформація про деяку протоструктуру інформаційної одиниці (наприклад, спеціальне машинне слово, в якому зазначено, в яких розрядах зберігаються відомості про прізвища, роки народження і т.д.). Всі сучасні СУБД забезпечують реалізацію внутрішньої інтерпритованості всіх інформаційних одиниць, що представляють вміст БД, підтримуючи ведення Словників-довідників.

2. Структурованість. Інформаційні одиниці повинні володіти гнучкою структурою. Для них повинен виконуватися «принцип матрьошки», тобто, рекурсивна вкладеність одних інформаційних одиниць в інші. Іншими словами, повинна існувати можливість довільного встановлення між окремими інформаційними одиницями ієрархічних відносин типу «частина-ціле», «родвід», «елемент-клас».

3. Можливості підключення. В інформаційній базі між інформаційними одиницями повинна бути передбачена можливість встановлення зв'язків різного

типу. Перш за все, ці зв'язки можуть характеризувати відносини між інформаційними одиницями.

Семантика відносин може носити декларативний (описовий) або процедурний характер.

Приклади. Дві і більше інформаційних одиниці можуть бути пов'язані відношенням: «одночасно» - тимчасовий зв'язок (декларативне знання); «причина-наслідок» - причинно-наслідковий (каузальний) зв'язок (декларативне знання); «бути поруч» - просторова зв'язок (декларативне знання); «аргумент-функція» - функціональна зв'язок (процедурне знання).

Очевидно, що між інформаційними одиницями можуть встановлюватися й інші зв'язки, наприклад, що визначають порядок вибору інформаційних одиниць з пам'яті або вказують на їх несумісність в одному описі.

Особливості дозволяють ввести загальну модель подання знань – семантичну мережу.

4. Семантична метрика. У множині інформаційних одиниць в деяких випадках корисно задавати відношення, що характеризує ситуаційну близькість інформаційних одиниць, тобто, силу асоціативного зв'язку (відношення релевантності) між інформаційними одиницями. Відношення релевантності дозволяє знаходити знання, що близькі до вже знайдених. Таке ставлення дає можливість виділяти в інформаційній базі деякі типові ситуації [39].

5. Активність. З моменту появи комп'ютера і поділу використовуваних в ній інформаційних одиниць на дані і команди створилася ситуація, при якій дані пасивні, а команди активні. Всі процеси, що протікають у комп'ютері, ініціюються командами, а дані використовуються цими командами в разі потреби. Для системи ця ситуація є неприйнятною. Як і у людини, в системі актуалізація тих чи інших дій сприяють знання, наявні в системі. Таким чином, виконання програм в системі має ініціюватися поточний стан інформаційної бази. Поява в базі нових фактів або описів подій, встановлення зв'язків можуть стати джерелом активізації системи.

Перерахування особливостей інформаційних одиниць визначає ту грань, за якою дані перетворюються в знання, а БД переростає в БЗ.

Сукупність засобів, що забезпечують роботу зі знаннями, утворюють систему управління базою знань (СУБЗ).

2.3. Трансформація даних і знань

При обробці на комп'ютері дані трансформуються, умовно проходячи наступні етапи:

1. Дані як результат вимірювань і спостережень.
2. Дані на матеріальних носіях інформації (таблиці, довідники).
3. Моделі даних у вигляді діаграм (ER-модель).
4. Дані в комп'ютері на мові опису даних.
5. Бази даних у зовнішній пам'яті комп'ютера.

Знання засновані на даних, отриманих емпіричним шляхом. Вони являють собою результат розумової діяльності людини, спрямованої на узагальнення його досвіду, отриманого в результаті практичної діяльності.

При обробці на комп'ютері знання трансформуються аналогічно даними:

1. Знання в пам'яті людини як результат мислення.
2. Матеріальні носії знань (підручники, монографії).
3. Поля знань - умовий опис основних об'єктів ПО, їх атрибутів

закономірностей, їх зв'язують.

4. Знання, описані на мовах представлення знань.
5. База знань у зовнішній пам'яті комп'ютера.

2.4. Класифікація знань предметної області

Як правило, в предметної області можна виділити ієрархії об'єктів трьох видів: структурна (будова системи), каузальна (причинно-наслідкові, що відображає

поведінку системи) і функціональна (зв'язок системи із зовнішнім світом - метасистема).

Знання, пов'язані з цими рівнями, можуть бути визначені як поверхневі і глибинні згідно з наступною схемою (рисунок 2.4).

1. Структурна ієрархія. Розгляд комп'ютера як сукупності ієрархічно організованих фізичних компонент (до плат і далі мікросхем). Очевидним є ієрархічний шлях пошуку несправності в комп'ютері. При цьому метод локалізації несправності (пошук дефектної мікросхеми) не вимагає наявності у перевіряючого ніяких знань про пристрій комп'ютера або відомостей з електроніки. Не являються необхідними і дані про функціонування блоків, потрібні тільки поверхневі знання про структуру системи [40].

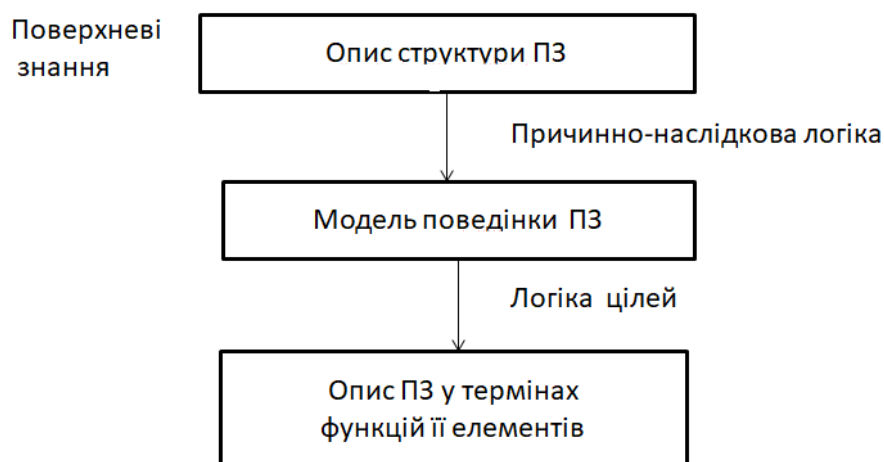


Рисунок 2.4 - Приклад. Предметна область - комп'ютер

2. Причинно-наслідкова ієрархія, або модель поведінки. Функціонування комп'ютера описується в термінах «причина-наслідок». Наприклад, на самому верхньому рівні ієрархії натискання клавіші на клавіатурі (або кнопки меню) має привести до виводу на друк. За відсутності друку перевіряється наступний рівень ієрархії - робота принтера. Його дії теж можна описати в термінах «причина-наслідок».

Зрозуміло, що тут потрібні більш глибокі знання, ніж на структурному рівні.

Функціональна ієрархія. На найвищому рівні абстракції комп'ютер розглядається як ієрархія модулів або підсистем, що виконують певні функції. Якщо не виконується основна функція комп'ютера – перетворення вхідних даних в необхідні вихідні відповідно до заданого алгоритмом, то на рівні нижче є цілий спектр функцій (введення даних, обробка, виведення результатів), що вимагають аналізу. Очевидно, що проведення цього аналізу вимагає наявності глибоких знань.

Таким чином, поверхневі знання включають уявлення про ПО тільки як про ієрархію складових її фізичних компонент. Ці знання представляють собою евристики і деякі закономірності, що встановлюються дослідним шляхом і використовуювані при відсутності загальних теорій і методів.

Глибинні знання відображають сукупність основних закономірностей, аксіом і фактів про конкретної ПО. Глибинні знання представляють найбільш загальні принципи, відповідно до якими розвиваються всі процеси в ПО, і властивості цих процесів.

Кожен вид ієрархії відповідає певній точці зору на ПО. Можна розглядати два типи ієрархій: об'єктивно існуючі в ПО і відображені в деякому її поданні. Не у всіх ПО може бути встановлена ієрархія якого б то не було виду. До будь-якої ПО може бути застосовано поділ знань на поверхневі і глибинні. Цей поділ носить загальний характер.

2) Знання як елементи семіотичної системи

У загальному вигляді знання представляються деякої знакової (семіотичної) системою. У будь-якій семіотичній системі виділяють три аспекти:

- синтаксичний - описує внутрішній устрій знакової системи, тобто правила побудови і перетворення знакових виразів;
- семантичний - визначальний відносини (зв'язку) між знаками і властивості знаків, тобто задає сенс або значення конкретних знаків;
- прагматичний - визначальний знак з точки зору конкретної сфери його застосування або з точки зору суб'єкта, що використовує дану знакову систему.

Відповідно, виділяють три типи знання:

- синтаксичні - характеризують синтаксичну структуру об'єкта або явища, що не залежить від сенсу і змісту понять, що використовується;
- семантичні - містять інформацію, безпосередньо пов'язану зі значеннями і сенсом описуваних явищ і об'єктів;
- прагматичні - описують об'єкти і явища з точки зору розв'язуваної задачі.

3) Процедурні і декларативні знання

Інформація, з якою має справу комп'ютер, розділяється на процедурну, яка представлена програмами, що виконуються в процесі виконання завдання, і декларативну, що описує дані, що обробляються програмами.

Інформаційну базу в процесі виконання програм утворює вміст оперативної пам'яті. Машинне слово є основною характеристикою інформаційної бази, так як кожне машинне слово зберігається в одній стандартній комірці пам'яті, забезпеченою індивідуальним ім'ям - адресою (властивість інтегрованості знань). Паралельно з розвитком структури комп'ютера відбувався розвиток інформаційних структур для представлення даних. З'явилися способи опису даних у вигляді векторів і матриць, виникли спискові структури. У даний час в мовах програмування високого рівня використовуються абстрактні типи даних, структура яких задається самим користувачем. Наступним кроком в організації роботи з декларативною інформацією стало поява Баз Даних [41].

Концепція знань об'єднала в собі багато рис процедурної і декларативної інформації.

З двома формами представлення знань у комп'ютері - процедурної і декларативної, їх відносним вагою в відображенні проблемної середовища, взаємозв'язками і роллю в процесі обробки інформації тісно пов'язана постійна еволюція програмного забезпечення.

Стосовно ролі процедур і даних при обробці інформації на комп'ютер можна виділити два підходи:

- традиційний, орієнтований на процес виконання програми при вирішенні завдання; тобто мета - виконання програми;
- орієнтованому на дані; тобто єдиною метою процесу обробки є отримання необхідних даних.

1. Традиційний підхід. Процес - це виконання програми. У кожен момент часу процес знаходиться в певному стані. Стан процесу включає в себе всю інформацію, необхідну для переривання виконання процесу з подальшим його відновленням.

Стан процесу містить щонайменше наступну інформацію:

- програму;
- індикацію (адресу) команди, яка повинна виконуватися наступній за поточною;
- значення всіх програмних змінних і даних;

У міру протікання процесу його стан змінюється. В цілому змінюються параметри характеризуються вектором стану процесу, за яким здійснюється контроль процесу обробки інформації та управління.

2. Технологія Інтелектуального Інтерфейсу. Контроль і управління процесом обробки інформації в обчислювальній системі здійснюється за станом всієї сукупності даних, тобто наявності або відсутності в цієї сукупності тих чи інших даних. Таким чином, можна сформулювати вимоги до загальної організації процесу обробки інформації в системах II [43].

Надання знань. Рішення будь-якої задачі розглядається як надання користувачеві інформації на його запит потрібного знання, що задовольняє деякій специфікації на знання, що містяться в запиті. Зауваження. Під терміном користувач знання тут розуміється як кінцевий користувач, видав запит з терміналу, так і будь-який процес, що обробляє знання. Інформаційна потреба. Необхідність для користувача в тому чи іншому знанні. Визначається як відсутність у користувача інформації, необхідної для вирішення підзадачі у складі спільної справи.

Примітка. У цілому людино - машинна система трактується як структура, що складається з компонентів, кожен з яких виконує дві функції:

- рішення деякої задачі за запитом, що прийшов ззовні;
- формування запиту до інших компонентів на відсутню для вирішення цього

завдання знання.

Таким чином, завдання видається як безліч підзадач, які виконуються різними компонентами системи, а весь процес вирішення завдання розпадається на безліч процесів задоволень запитів різних компонентів. При цьому кінцевий користувач трактується як деякий кінцевий користувач знань, інформаційні потреби якого ініціюють роботу всіх процесів.

Активність декларативних знань. Хід виконання завдання в будь-який момент часу оцінюється за станом системи знань системи, в якій процедурна частина залишається постійною, а декларативна постійно змінюється.

Висновки до розділу 2

Структуризація бази знань може проводитися за різними критеріями:

- структуризація бази знань, яка відображає різноманіття видів знань, що входять в її склад;
- структуризація бази знань, заснована на ієрархії предметних областей і відповідних їм онтологій;
- структуризація бази знань, яка відображає архітектуру інтелектуальної системи (всі її підсистеми, бази знань, машини обробки бази знань, призначені для користувача інтерфейси цих підсистем, бази знань і машини обробки бази знань всіх зазначених вище призначених для користувача інтерфейсів);
- структуризація бази знань, яка відображає динаміку самої бази знань, тобто «внутрішнього світ» бази знань - історії її еволюції, її поточного узгодженого (затвердженого) стану, планів її вдосконалення;
- структуризація бази знань, яка відображає темпоральні властивості зовнішнього описуваного світу (динаміка зовнішнього світу) - минуле, сьогодення, майбутнє;

- прагматично орієнтована структуризація бази знань (для розробників та кінцевих користувачів) - декомпозиція на розділи, що відображають розподіл областей доступу для різних категорій користувачів і розробників щодо перегляду та редагування (поточний стан узгодженої частини БЗ, персональні напрацювання);
- структуризація бази знань, яка відображає авторство різних фрагментів баз знань, множинних точок зору (можливо, суперечать один одному) і несуперечливу частину бази знань, яка відображатиме узгоджену точку зору колективу авторів даної бази знань [44];
- структуризація бази знань, яка відображає відповідність між зовнішніми універсальними і спеціалізованими мовами та семантично еквівалентними їм внутрішніми мовами.

3. МОДЕЛІ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ

Моделі подання знань утворюють дві групи - евристичні та логічні моделі. Евристичні підходи до подання знань мають переважно характер мистецтва, в їх використанні превалює інтуїція, досвід і майстерність розробника. До числа евристичних моделей відносяться фреймових моделі подання знань і семантичні мережі.

У основі логічних моделей лежить суворе поняття формальної системи, тобто образотворчі засоби, що лежать в основі цих моделей, мають теоретичне обґрунтування.

Склад логічних моделей представлення знань утворюють логічні і продукційні моделі.

3.1. Фреймові моделі подання знань

Теорія фреймів викладається її автором Мінським (1974 г) в наступному вигляді: «Коли людина стикається з новою ситуацією (або істотно змінює точку зору на колишню завдання), він витягує з пам'яті певну структуру, яка називається фреймом. Систему, що зберігається в пам'яті слід при необхідності привести у відповідність з реальністю шляхом зміни її деталей». Іншими словами, фрейм - це структура даних, призначена для представлення знань про стереотипної ситуації, причому деталі фрейму зі зміною поточної ситуації можуть змінюватися [45].

З кожним фреймом асоційоване кілька видів інформації; це, наприклад, інформація про тому:

- як користуватися даними фреймом,
- чого очікувати в наступний момент,
- що робити, якщо очікування не підтвердяться.

В цілому фреймова модель складається з двох частин:

- набору фреймів, що становлять бібліотеку всередині подаються знань,
- механізмів перетворення фреймів, їх зв'язування і т.д.

До складу фрейму входять характеристики описуваної стереотипної ситуації (слоти) і їх значення (наповнювачі слотів). Загальна організація фрейма може бути представлена в наступному вигляді:

```
ім'я_фрейма: ім'я_слота1, значення_слота1
ім'я_слота2, значення_слота2
.....
ім'я_слотаK, значення_слотаK
```

Таким чином, слоти - це деякі незаповнені підструктури фрейма, заповнення яких призводить до того, що даний фрейм ставиться у відповідність деякій ситуації, явища чи об'єкту.

Незаповнений фрейм (оболонка, зразок, прототип фрейма), в якому відсутні наповнювачі слотів, називається протофрейм. Наявність такої оболонки дозволяє здійснити процедуру внутрішньої інтерпретації, завдяки якій дані в пам'яті системи не безликі, а мають цілком певний, відомий системі сенс (володіють семантикою). Заповнений фрейм (екземпляр, приклад прототипу) називається екзофреймом.

Більш докладно структуру фрейму можна представити наступною схемою:

Коментарі:

1. Кожен фрейм повинен мати унікальне ім'я в даній фреймовій системі.
2. Фрейм складається з довільної кількості слотів. Деякі з них зазвичай визначаються самою системою для виконання специфічних функцій, а решта - самим користувачем.

Важливою властивістю фреймових систем є те, що вони можуть представляти ієрархічні структури, тобто реалізовувати принцип успадкування. Реалізація механізму успадкування заснована на використанні системних слотів. Так, до числа системних слотів входить слот, вказує на фрейм-батько і слот-показчик на дочірні фрейми.

3. Показчик успадкування. Ці показники стосуються тільки фреймових систем ієрархічного типу. Вони показують, яку інформацію про атрибути слотів у фреймі верхнього рівня успадковують слоти-нащадки.

Типовими показниками успадкування є:

U (Unique) - унікальний. Фрейми-нащадки повинен мати різні унікальні значення цього слоту.

S (Same) - такий же. Значення слота у всіх нащадків має бути рівним значенню відповідного слоту фрейма-прабатька.

R (Range) - інтервал. Значення слота лежить в деяких межах.

O (Override) - ігнорувати. Одночасне виконання функцій показників U і S. При відсутності значення слота у фрейми-нащадка цим значенням стає значення слота фрейму верхнього рівня (S), але допустимо і вказівку нового значення слота у фреймапотомка (U).

4. Показчик атрибутів (типів) даних. До можливих типів даних відносяться:

- a) Літеральні константи - INTEGER, REAL, BOOL, CHAR, ...
- b) TEXT, LIST (список), TABLE, EXPRESSION, ...
- c) LISP (приєднана процедура),
- d) FRAME (фрейм)

Таким чином, значенням слота може бути об'єкт довільного типу і структури (точніше, показчик на цей об'єкт).

5. Значення слота.

- a) Тип значення має збігатися з типом показчика атрибута даного.
- b) Як значення можуть виступати вирази, що містять звернення до функцій, імена таблиць, списків, інших фреймів.

6. Приєднана процедура. Виділяють два типи приєднаних процедур - процедури-слуги і процедури-демони.

Процедури-слуги активізуються тільки при виконанні умов, визначених при створення фрейма.

Процедури-демони активізуються при кожній спробі звернення до слоту. серед різновидів демонів можна відзначити наступні:

- «ЯКЩО-ТРЕБА» - активізується, якщо в момент звернення до слоту його значення не було задано.

- «ЯКЩО-ДОДАНО» - запускається при занесенні в слот значення.
- «ЯКЩО-ВИДАЛЕНО» - запускається при стирання значення слота.

Переваги та недоліки представлення знань описані нижче.

Подання знань, засноване на фреймах, дає можливість зберігати родову ієрархію понять в Базі знань в явній формі. Принцип успадкування дозволяє економно витрачати пам'ять, проводити аналіз ситуації при відсутності ряду деталей. Фреймова модель є досить універсальною. Оскільки дозволяє відобразити все різноманіття знань про реальний світ через:

- фрейми-структури, що використовуються для позначення об'єктів і понять (заставу, вексель);
- фрейми-ролі (клієнт, менеджер);
- фрейми-сценарії (банкрутство, збори);
- фрейми-ситуації (аварія, робочий режим пристрою);

За допомогою приєднаних процедур фреймова система дозволяє реалізувати будь-який механізм управління виводу.

Відносно висока складність фреймових систем, що проявляється в зниженні швидкості роботи механізму виведення і в збільшенні трудомісткості внесення змін до родову ієрархію [46].

У фреймових системах утруднена обробка винятків. Найбільш яскраво гідності фреймових систем уявлення знань проявляється в тому випадку, якщо родовидові зв'язку змінюються нечасто і предметна область нараховує трохи винятків. Розрізнені частини інформації, об'єднані у фрейм, не можуть бути збудовані в послідовність висловлювань, інакше кажучи, мови опису знань у фреймовій моделі не є мовами, спорідненими природним, а ближче до образотворчим засобам. Відсутня спеціальний механізм управління виводу, тому він реалізується з допомогою приєднаних процедур.

3.2. Мережна модель представлення знань

У найзагальнішому вигляді семантична мережа є безліч вершин, кожна з яких відповідає певному поняттю, факту, явища або процесу; а між вершинами задані різні відносини, що подаються дугами.

Вершини позначені іменами і описувачем, що містять потрібну для розуміння семантики вершини інформацію.

Дуги також забезпечені іменами і описувачем, які задають семантику відносин.

Формально мережеву модель S (семантичну мережу) можна задати у вигляді

$$S = \langle I, G_1, G_2, \dots, G_N, R \rangle, \text{ де}$$

I - безліч інформаційних одиниць, представлених вершинами мережі;

G_1, G_2, \dots, G_N - заданий набір типів відносин між інформаційними одиницями;

R - відображення, що задає між інформаційними одиницями, що входять в I , зв'язку з заданого набору типів зв'язків [48].

Приклад 1 За допомогою семантичної мережі моделюється наступний уривок літературного твору (рисунок 3.1):

"Будинок був побудований на найвищому місці вузької коси між гаванню і відкритим морем. Побудований він був міцно, як корабель, і витримав три урагану. Його захищали від сонця високі кокосові пальми, пригнуті пасатами, а з океанської боку крутий спуск вів прямо від дверей до білого піщаного пляжу, який омивається Гольфстрімом. "

Введемо систему понять (інформаційних одиниць):

Б - будинок; НМ - найвище місце; К-коса; Г - гавань; ВМ - відкрите море; КП – кокосові пальми; С - сонце; КС - крутий спуск; ДВ - двері; П - пляж; ГФ - Гольфстрім.

Побудуємо фрагмент (А) семантичної мережі, відповідний першим двом фразам тексту.

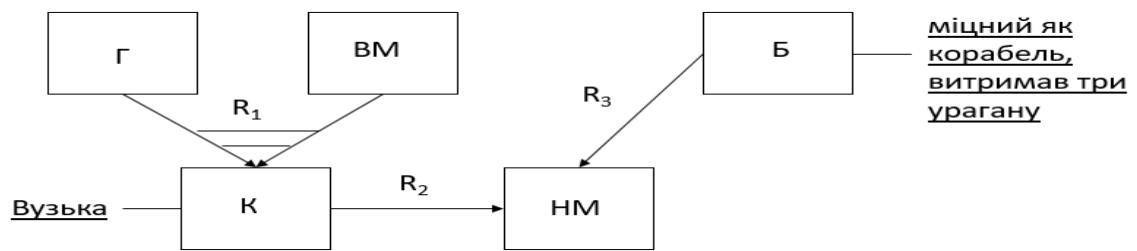


Рисунок 3.1 – Семантична мережа, що моделює літературний текст.

Фрагмент А

де:

R_1 - відношення "бути між";

R_2 - відношення "належати";

R_3 - відношення "знаходитися на";

— - підкреслений текст відповідає опису властивостей вершини.

Фрагмент (А)

Решта частини тексту відповідає фрагмент (В), де:

R_4 - відношення "захищати від";

R_5 - відношення "з'єднувати";

R_6 - відношення "обмивати".

Повний опис тексту у вигляді семантичної мережі вийде, якщо об'єднати фрагменти (А) і (В), з'єднавши вершини, відповідні поняттю "Дім".

Очевидно, що можна елементи мережі, зокрема, описи вершин, уявити і по-іншому; наприклад, для понять "ураган" і "пасат" ввести окремі вершини і включити їх в загальну структуру мережі (рисунок 3.2).

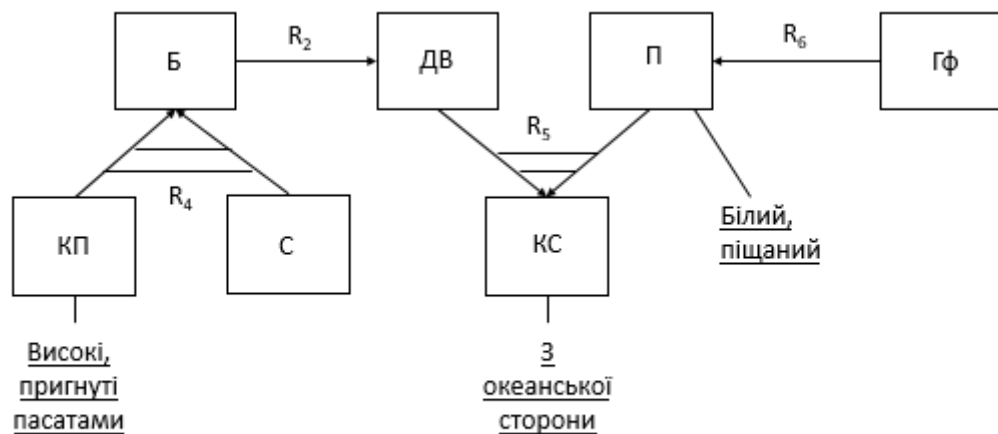


Рисунок 3.2 – Семантична мережа, що моделює літературний текст.

Фрагмент Б

Типи об'єктів і відносин в семантичних мережах

Будь-яка більш-менш складна модель будь-якій предметній області відображає будь-які узагальнені, конкретні або агрегатні об'єкти.

Узагальнений об'єкт - деякий відоме і широко використовується в ПО поняття, що представляє певним чином певний тип об'єктів. Конкретний (індивідуальний) об'єкт - виділена одиночна сутність (екземпляр об'єктів деякого типу).

Агрегатний (складеного) об'єкт - складений тим чи іншим способом з інших об'єктів, є його частинами [49].

Очевидно, що визначення того чи іншого типу об'єкта умовно і залежить від погляду на ПО, іншими словами, від проблемної середовища.

Класифікація відносин в семантичних мережах

Класифікацію відносин можна проводити за різними підставами. приклади таких класифікацій наведені нижче.

За кількістю типів відносин виділяють:

- однорідні мережі (з єдиним типом відносин),
- неоднорідні мережі (з різними типами відносин).

Виділяють такі типи відносин:

- бінарні (відносини пов'язують два об'єкти);
- N-арні (відношення пов'язує більше двох об'єктів).

Найбільш часто в семантичних мережах трапляються такі види відносин:

- ієрархічні («РІД-ВИД», «ЕЛЕМЕНТ-БЕЗЛІЧ», «ЧАСТИНА-ЦІЛЕ» і т.п.);
- функціональні («АРГУМЕНТ-ФУНКЦІЯ», а також зв'язку, які визначаються дієсловами «впливає», «виробляє» і іншими);
- кількісні («більше», «менше», і т.д.);
- просторові («далеко від», «близько від», «над», «під» і т.д.);
- тимчасові («раніше», «пізніше», «протягом»);
- атрибутивні («мати властивість», «мати значення»);
- каузальні (причинно-наслідкові);
- логічні («І», «АБО», «НЕ»);
- лінгвістичні;

Проблема пошуку рішення в базі знань типу семантичної мережі зводиться до задачі пошуку фрагмента мережі, відповідного деякої підмережі, що відбиває надійшов в систему запит.

Залежно від смислового навантаження відносин семантичні мережі можна класифікувати за різними типами:

Класифікуючі мережі. Використовують відносини структуризації. Такі мережі дозволяють вводити в Базу Знань ієрархічні відносини між інформаційними одиницями.

Функціональні мережі. Характеризуються наявністю функціональних відносин (Обчислювальні моделі).

Ієрархічні мережі. Є найважливішим видом семантичних мереж. Відзначимо два важливих виду ієрархічних зв'язків між інформаційними одиницями.

Між двома узагальненими об'єктами може існувати родовий зв'язок. Наявність її між узагальненими об'єктами А і В означає, що будь-який об'єкт, що відображається поняттям В, відображається поняттям А і існує такий об'єкт, який

відображається А, але не відображається В (А більш загальне, ніж В). Так, наприклад, поняття «савець» є родовим для поняття «людина».

Видовий зв'язок є зворотною до родової. Якщо об'єкт А є родом об'єкта В, то об'єкт В є видом об'єкта А [50].

Зрозуміло, що родове поняття не охоплює всіх властивостей видового; видове поняття в загальному випадку багатшими змістом. З іншого боку, все властивості родового поняття притаманні і видовому (успадкування властивостей).

Між узагальненим і конкретним об'єктами може існувати зв'язок «є представником» (або, що аналогічно, «бути елементом класу»).

Властивості, притаманні узагальненому об'єкту, характеризують і будь-який конкретний об'єкт-представник. Таким чином, безліч властивостей конкретного об'єкта містить у собі підмножину властивостей, якими він наділяється як представник тих чи інших узагальнених об'єктів.

Зауваження. Один і той же конкретний об'єкт може розглядатися як представник декількох узагальнених об'єктів в одній і тій же предметній середовищі. Так наприклад, конкретний об'єкт «Третьяковська галерея» є представником двох узагальнених об'єктів - «картинна галерея» і «будинок в Москві». Причому об'єкт «картинна галерея» знаходиться в родовидові зв'язку з узагальненим об'єктом «музей», а об'єкт «будівля в Москві» немає, так як музей може розміщуватися в декількох будівлях і просто на відкритому повітрі, і не всяка будівля в Москві є музеєм.

Цей приклад показує, що до висновків, заснованих на комплексному використанні родовидових зв'язків і зв'язків підпорядкованості, слід підходити обережно. Організація пошуку в ієрархічній мережі наведено нижче.

Назвемо просту семантичну мережу, у якій для вершин не визначена внутрішня структура [48].

Одним з основних відмінностей ієрархічних мереж від простих семантичних полягає в тому, що ієрархічні мережі можна розділити на підмережі (простір) і

встановити відношення не тільки між вершинами, а й між просторами. Очевидно, що всі вершини і дуги є елементами, принаймні, одного простору.

Зауваження. Поняття простору аналогічно поняттю дужок в математичній нотації.

Різні простори, існуючі в мережі, можуть бути впорядковані у вигляді дерева просторів, вершинам якого відповідають простору, а дугам – відносини «видимості».

Очевидно, що властивість «видимості» дозволяє підвищити ефективність операції пошуку в мережі (рисунок. 3.3).

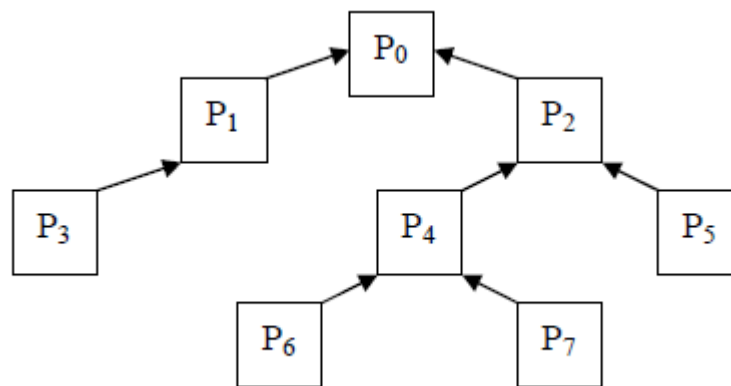


Рисунок 3.3 – Приклад множини перспектив

З простору P_6 (простір-нащадок) видимі все вершини і дуги, що лежать в просторах-предків P_4 , P_2 , і P_0 , а решта простору «невидимі».

Ставлення «видимості» дозволяє згрупувати простір в впорядковані множини -перспективи. Перспектива зазвичай використовується для обмеження мережових сутностей, «видимих» деякої процедурою, яка працює з мережею.

3.3. Подання знань продукційними правилами

Продукційна модель, або модель, заснована на правилах, дозволяє уявити знання у вигляді суджень типу "Якщо (умова), то (дія) ". Під "умовою" мається на деякий , за яким здійснюється пошук в базі знань, а під "дією" - дії, що виконуються при успішному результаті пошуку. Найчастіше всього висновок на такій базі знань

буває прямий (від даних до пошуку мети) або зворотний (від мети для її підтвердження - до даних). Дані- це вихідні факти, що зберігаються в базі фактів, на підставі яких запускається машина виводу або інтерпретатор правил, що перебирає правила з продукційної бази знань [50].

Простота і наочність цього способу зумовили його застосування в багатьох системах. Системи обробки знань, що використовують уявлення знань продукційними правилами, отримали назву продукційних систем. До складу виробничої системи входять база правил, база даних і інтерпретатор правил.

База правил - це область пам'яті, яка містить базу знань - сукупність знань, представлених у формі правил виду **ЯКЩО ... ТО**; база даних - це область пам'яті, що містить фактичні дані (Факти), які описують дані, що вводяться і стану систем.

Бази даних у різних систем мають різну форму, проте, всі вони можуть бути описані як група даних, що містять ім'я даних, атрибути і значення атрибутів. Інтерпретатор представляє собою механізм виведення, він є тим компонентом системи, який формує укладення, використовуючи базу правил і базу даних.

Розглянемо висновки, засновані на продукційних правилах.

Механізм, реалізований сьогодні як засіб висновків в продукційній системі, не є складним. Він має функції пошуку в БЗ, послідовного виконання операцій над знаннями і отримання висновків.

Причому існує два способи проведення таких висновків:

- прямі висновки і зворотні висновки. У прямих висновках здійснюється просування до поставленої мети з послідовним застосуванням правил до даних (фактів), які приймаються за відправну точку.

У прямих висновках обирається один з елементів даних, що містяться в БД, і якщо при зіставленні цей елемент узгоджується з посилкою правила, то з правила виводиться відповідний висновок і поміщується в БД, або ж виконується дія, яке визначається правилом, і відповідним чином змінюється вміст бази даних.

Найчастіше такі висновки називають висновками, керованими даними,

або висхідними висновками, коли послідовно виводяться нові результати, починаючи з уже відомих даних.

Висновки, при яких процес рухається в напрямку від поставленої мети до відправної точки, є зворотними. Вони називаються також тих, що сходять, або висновками, орієнтованими на мету.

Процес низхідних висновків починається від поставленої мети. Якщо ця мета узгоджується з висновком правила, то посилка правила приймається за підциль або гіпотезу. Цей процес триває до тих пір, поки не буде отримано збіг підцилі або гіпотези з отриманими даними.

Не можна категорично відповісти на питання, який же з цих способів краще, оскільки це залежить від тієї проблеми, для якої вони використовуються. У систем, до яких ставиться вимога високої універсальності, необхідна наявність обох способів виведення.

Зазвичай в знаннях, представлених продукційними правилами, одночасно присутні кілька умов в посилці, проте є одне єдине висновок. Вимоги до механізму висновків визначається з умови узгодження знань, використовуваних для висновків, причому обробка стане особливо легкою, якщо висновок обходиться одноразовим узгодженням. У цьому сенсі спадні висновки є простими висновками, однак, існують завдання, для яких не так просто дати чіткий опис мети. Наприклад, в системах медичної діагностики, коли ставиться діагноз за симптомами, важко отримувати спадний висновок, якщо невідома мета.

Продукційна модель найчастіше застосовується для промислових предметних областей. Вона характеризується наочністю, високою модульністю, легкістю внесення доповнень і змін і простотою механізму логічного виведення.

Висновки до розділу 3

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні переваги продукційної моделі:

1. Простота створення і розуміння окремих правил.
2. Простота поповнення і модифікації бази знань (набору продукцій).
3. Простота механізму логічного висновку.
4. Розбиття системи продукцій на сфери (декомпозиція) дозволяє ефективно використовувати ресурси і скоротити час пошуку рішення.
5. Можливість реалізації обробки суперечливих фактів.
6. Можливість паралельної і асинхронної обробки правил.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні недоліки продукційної моделі:

1. При великому числі продукцій процедура перевірки несуперечності правил і коректності роботи системи стає вкрай складною. Саме тому число продукцій, з якими працюють реальні інформаційні системи, не перевищує тисячі.

2. Можливість легкого внесення серйозних спотворень в базу знань, що призводять до неправильного функціонування систем.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні переваги мережної моделі:

1. Великі можливості, природність, наочність системи знань, представленої графічно.
2. Близькість структури мережі, що представляє систему знань, семантичної структурі фраз природної мови.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні недоліки мережної моделі:

1. Громіздкість та неефективність представлення знань.
2. Складність організації процедури пошуку потрібного знання.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні переваги логічної моделі:

1. Використовується класичний апарат математичної логіки, методи якої досить добре вивчені і формально обґрунтовані.

2. Існують досить ефективні процедури виведення, в тому числі реалізовані в мові логічного програмування Пролог, що використовують механізми автоматичного доведення теорем для пошуку і логічно осмисленого виведення інформації.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні недоліки логічної моделі:

1. Недоступність протиріч.

2. Пред'являє дуже високі вимоги і обмеження до предметної області, в зв'язку з чим модель може бути застосована лише в дослідницьких системах.

3. Відсутність засобів структурування використовуваних елементів.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні переваги фреймової моделі:

1. Надає можливість зберігати родову ієрархію понять в Базі знань у явній формі.

2. Принцип спадковості дозволяє економно витратити пам'ять, проводити аналіз ситуації при відсутності ряду деталей.

3. Наглядність представлення.

На основі вивченого матеріалу можна виділити наступні недоліки фреймової моделі:

1. Відсутність механізму керування виводом.

2. Важкість внесення змін в родову ієрархію.

4. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Однією з основних проблем, характерних для систем, заснованих на знаннях, є проблема подання знань. Це обумовлюється тим, що форма подання знань впливає на характеристики і властивості створюваної системи. Необхідність в більш зручних і потужних засобах моделювання поставила перед науковцями задачу розробки методів семантичного моделювання даних, особливо в тих галузях, де потрібно видобувати знання з великих обсягів «сирих» даних. Термін семантична модель (або онтологія) в перше запропонував Tomas Gruber (Stanford Knowledge Systems Laboratory) в 1993 році для представлення декларативних знань [53]. Сьогодні під терміном семантична модель розуміється інформаційна модель, що відображає поняття предметної області та відносини між ними та забезпечують передові засоби для розподілу та обробки даних, а також виявлення зв'язків між різноманітними наборами даних. В даний час семантичне моделювання розвивається в рамках одного з трендів напрямку "Семантичні технології" (TopQuadrant Technology Briefing Semantic Technology) [54].

Основною рисою семантичного моделювання знань (Semantic Technology) є зберігання та підтримання цілісності семантики (сенсу знань) окремо від змісту файлів даних і від кодів програм, що їх реалізують [54]. Семантична технологія моделювання відрізняється від традиційних методів, які поєднують сенс даних і процедури їх обробки безпосередньо в коді програм. Це часто призводить до необхідності радикального ручного перепроєктування структур даних і тотального перегляду програм при їх розвитку або перенесення на іншу платформу [54].

Сучасна семантика базується на роботах Г.Фреге, Б.Рассела, С.Лесневського, Р.Карнапа, А.Тарського, А.Черча. Початок розробки інтелектуальних програмних систем, заснованих на онтологічному підході, зв'язано з закордонними дослідниками, серед яких Т. Gruber, N. Guarino, M. Uschold, F. Bobillo, U. Straccia, G. Rzevski та інші. Семантику онтологічних мов звичайно представляють через теорію моделей. У семантичній технології моделювання просліджується ідеологічний та

методологічна зв'язок з підходами штучного інтелекту, об'єктно-орієнтованого програмування [50]. Останнім часом такий підхід набуває додаткової актуальності, не тільки в області обробки Big Data, а й при проектуванні інтелектуальних систем різної спрямованості [50].

Досвід семантичного моделювання інтелектуальних систем із застосуванням онтології, свідчить що, як правило, будь-яка предметна область може бути описана значною кількістю онтологій [Martin D., Paolucci M., McIlraith S.]. З методологічної точки зору це цілком зрозуміло – кожна онтологія відбиває особисте уявлення розробника про функціонування моделі онтології ПрО (основних сутностей, класів, підкласів та їх взаємовідносин в межах загального уявлення про предметну область). Тому розробнику бажано застосовувати таку методологію та інструментальні засоби, що дозволяють не тільки створити модель онтології, а й корегувати її в процесі освоєння ним ПрО та розуміння особливостей її функціонування, має на меті побудову найбільш коректної моделі.

Основна ідея моделювання функціональних складових аналітичної системи за допомогою семантичних моделей полягає в тому, що модель уявляє дані про реальні об'єкти і зв'язки між ними явним способом, що істотно полегшує доступ до знань: починаючи рух від певного поняття. Мережева модель подання знань аналітичної системи – це, як правило, орієнтований граф, вершини якого відповідають певним поняттям (функціональним складовим), а дуги – відношенням і зв'язкам між цими складовими.

Семантичні технології дають можливість втілити в електронному вигляді концептуальні моделі, та дозволяють передавати інформацію автоматично обробляти її, в тому числі – отримувати логічні висновки на підставі правил [49]. Семантичний підхід до проектування систем, заснованих на знаннях, дозволяє створювати системи, в яких знання, накопичені всередині організації, стають доступними для більшості користувачів.

Характерною особливістю семантичних моделей є можливість співставлення правил допустимих процедурних операції обробки даних з конкретними наборами

даних, які визначаються спільно з визначенням структур даних для кожної предметної області, або її розділів (тематичних напрямів).

Отже, семантична модель (онтологія предметної області) – це графічна система позначень для подання знань у типових шаблонах (які пов'язують вершини і дуги), тобто це орієнтований граф, вершини якого – є функціональні складові аналітичної системи та їх показники, а дуги – відношення між ними. Компонентами семантичної мережі (онтології) є не тільки поняття (об'єкти – subject) і відношення (relashio , але й складені з них різні ситуації – фрейми, що можуть відображатися на загальній семантичній мережі у вигляді окремих фрагментів мережі.

Багатомірність семантичних моделі дозволяє відображати численні семантичні відношення, що зв'язують окремі поняття і події в предметній області при здійсненні аналітичної діяльності. Для структурізації понять семантичній моделі – онтології (особливо для складних ПрО), як правило, застосовується семантична ієрархія взаємної підпорядкованості спеціалізованих методів обробки даних та знань. Нагадаємо, що під терміном онтологія – Ont розуміється система понять предметної області, яка представляється набором сутностей та їх властивостей, з'єднаних між собою відносинами, з метою створення на їх основі бази знань. Завданням цього розділу є формування цілісного уявлення про взаємозв'язок семантичного моделювання із застосуванням семантичних технологій (за допомогою існуючих програмних реалізацій) в процесі розробки систем заснованих на знаннях.

Усі знання, включаючи факти, що знову надходять в аналітичну систему, а також деякі спеціалізовані методи вирішення, накопичуються у відносно однорідній структурі зберігання, що має тематичну спрямованість. Операції модифікації бази знань на онтологіях семантично прозорі та можуть виконуватися за допомогою стандартних процедур видалення і додавання нових вершин і ребер.

Проблема пошуку рішення в базі знань, побудованої на основі онтології, може бути зведена до задачі пошуку фрагмента онтології, завдяки використанню сучасних мов запитів написаних на природній мові.

Тому в контексті подання знань *семантичну* мережу слід розглядати як метод *моделювання*. Особливістю семантичної мережі як механізму подання знань є єдина база знань і механізм виведення.

Семантичне моделювання використовує графічну форму представлення моделі предметної області, що спрощує її сприйняття розробниками системи, а також суттєво зменшує часові та фінансові витрати на розробку програмного забезпечення окремих компонентів та додатків

4.1. Методологія побудови систем управління знаннями на основі семантичного моделювання

Дослідження тенденції створення систем, заснованих на знаннях показують, що найбільш ефективні методи семантичного моделювання реалізовані в сучасних мовах опису онтології, таких як OWL Lite, OWL DL і OWL 2 [40]. Ці мови використовують дескрипційні логіки для роботи із знаннями. Більш того в цих мовах моделювання виконується на базі уніфікованої моделі системи подання знань – Open Knowledge Base Connectivity (OKBC) [40], яка заснована на теорії фреймів і використовує такі поняття, як «концептуалізація класів», «об'єкти», «слоти», «фасети», і «успадкування» для представлення знань про ПрО, що дозволяє створювати різні знання-орієнтовані додатки з високим рівнем інтероперабельності – здатності до взаємодії.

Методологія побудови систем управління знаннями на основі семантичного моделювання з використанням уніфікованої моделі системи подання знань – Open Knowledge Base Connectivity має формувати порядок створення послідовності дій, які визначають процес формування електронної моделі знань, а саме:

- 1) створення загальної термінології предметної області (таксономії), для спільного використання і розуміння всіма користувачами – розробниками системи;
- 2) формування точного і несуперечливого визначення значення кожного терміну таксономії;

3) завдання семантики для кожного поняття Про терміну таксономії за допомогою аксіом, які автоматично дозволяють отримувати відповіді на основні питання про предметну область.

Особливо слід підкреслити, що для побудови ефективної моделі онтології принципово значення має рівень виразності мови опису онтології повноти опису онтології. За цим критерієм онтологічні мови розташовуються в такому порядку:

1. Resource Description Framework Shema (RDFS) – вважається простою мовою опису онтології (невелика семантична виразність), що не дає можливість детально описувати семантику предметної області.

2. Web Ontology Language (OWL) [40] – більш складна мова опису онтології має високу семантичну виразність. OWL інтегрує можливості RDFS та мовні концепції, засновані на дескрипційній логіці, що дозволяє використовувати конструкції логіки першого порядку.

Отже, при створенні моделі онтології складної предметної області найбільш доцільною вважається мова з більшою семантичною виразністю – OWL 2.

Мова OWL 2 містить такі елементи як: класи (Classes), властивості (Properties) і екземпляри класів (Individuals) [41]. Всі поняття предметної області діляться на класи, підкласи, екземпляри (примірники). Класи описуються тегом `<owl:Class rdf:about="http://untitled-ontology-9#APM_MK">`

Властивості в мові OWL поділяються на два види: `DatatypeProperty` (характеристики) і `ObjectProperty` (зв'язки або відношення). `DatatypeProperty` описуються тегом виду `<owl:DatatypeProperty rdf:about="http://untitled-ontology-9#Назва">` і призначені для опису характеристик класів. Як значення властивостей-характеристик виступають дані, що характеризують описуваний клас.

`ObjectProperty` це відносини, які можуть поєднувати між собою класи або екземпляри класів. `ObjectProperty` описуються тегом виду `<owl:ObjectProperty rdf:about="http://untitled-ontology-9#Визиває_задачу">`

Екземпляри описуються фреймом і можуть бути представлені як класом, так і підкласом, що дає можливість описувати складні предметні області

Основні вбудовані предикати мови OWL 2 [42]:

- owl: equivalentClass – члени одного класу також є членами іншого класу;
- owl: equivalentProperty - відносини, які виконуються для однієї властивості, також виконується і для іншої властивості;
- owl: sameAs – всі твердження про один екземпляр виконуються і для іншого примірника;
- owl: inverseOf – перестановка суб'єкта і об'єкта;
- owl: transitiveProperty – ланцюжок взаємозв'язків згортається в один взаємозв'язок;
- owl: SymmetricProperty – властивості, яке є своїм власним інверсією;
- owl: FunctionalProperty – дозволяє кожному суб'єкту мати тільки одне значення в якості об'єкта;
- owl: InverseFunctionalProperty – дозволяє кожному об'єкту мати тільки одне значення в якості суб'єкта.

Отже, методологія семантичного моделювання із застосуванням уніфікованої моделі ОКВС та з використанням мови Web Ontology Language складається з наступних етапів [43]:

1. Визначення концептів предметної області, тобто базових понять – класів, сутностей, категорії (< Active Ontology >, < Entities >, < Classes >), які описують ПрО.
2. Визначення множини властивостей, які описують властивості концептів ПрО та дозволяють, в кінцевому розумінні, створювати базу знань предметної області. Формування властивостей концептів у ОКВС виконується із застосуванням механізмів визначення, атрибутів та ролей (< Data Properties>).
3. Встановлення відносин між концептами предметної області та їх властивостями із застосуванням механізмів формування предикатів (< Object Properties>), які мають враховувати функціональну спрямованість відношень, наприклад, «вирішує задачу», або «входить до складу» тощо.

4. Встановлення числових або логічних обмежень, які використовуються при опису властивостей екземплярів (< Individuals >) бази знань. Це реалізується через механізми визначення аксіом (<Axiom>) або фацет (<Valiu>). Наприклад, значення максимальної швидкості для наземних об'єктів обмежується певною величиною.

5. Формування бази знань із застосуванням механізму опису екземплярів бази знань та її наповнення (< Individual by class >).

6. Розробка типових шаблонів запитів до бази знань з використанням різних мов запитів DL Query, SPARQL Semantic Web Rule Language та машин виводу – Reasoners.

7. Перевірка коректності функціонування онтологічної моделі ПрО з точки зору її відповідності вихідним цілям і завдання та знаходження розривів в онтології із застосуванням механізму дослідження Ontograf. Оцінка здійснюється на основі аналізу результатів тестування різними машинами виводу (Reasoners) та складання різноманітних типів запитів.

8. Розробка стратегії вдосконалення онтологічної моделі ПрО та проведення відповідних доробок.

Враховуючі складність та неоднозначність, що виникає в процесі опису предметної області, для створення моделі онтології можуть бути застосовані підходи системного аналізу [44]:

1. Зверху – донизу. Застосування такого методу вимагає визначення найзальніших понять домену з подальшою деталізацією об'єктів в ієрархії класів та понять предметної області.

2. Знизу – доверху. Цей підхід починається з визначення деталізованих та специфічних класів (кінців дерева ієрархії) з подальшим групування у більш загальні поняття.

3. Комбінація перших двох методів. Спочатку опис повністю зрозумілих об'єктів, а потім об'єднання їх в групи та створення більш складних об'єктів.

Основними будівельними блоками у моделі онтології із застосуванням уніфікованої моделі ОКВС є класи, підкласи, відношення, властивості класів та

екземпляри класів (індивіди). Екземпляри описуються фреймами і можуть характеризувати як класи, так і підкласи.

Виразні можливості мови OWL 2, як інструменту моделювання, мають деякі обмеження, пов'язані з неможливістю виконувати обчислення на основі нечіткої логіки. Однак, навіть при цих обмеженнях мова OWL 2 дає можливість досягнути такий рівень якості практичних результатів, про який без цього годі й мріяти.

Запропонована методологія семантичного моделювання із застосуванням уніфікованої моделі ОКВС та з використанням мови Web Ontology Language використовує діаграмну техніку з іменованими символами, які представляють поняття та лінії, що зв'язують символи та надають співвідношення і різні інші графічні позначення, для подання обмежень. Така методологія суттєво спрощує сам процес моделювання за рахунок більшої наочності сприйняття моделі та дозволяє зосередитися на опису семантики зв'язків.

4.2. Визначення глибини і масштабу моделі предметної області

Розробку моделі онтології доцільно почати з визначення глибини і масштабу моделі предметної області – subject domen (SD). Тобто, семантична модель (онтологія предметної області) є, по суті, відповіддю на кілька основних питань:

Яку область знань буде охоплювати семантична модель ПрО?

На які типи питань повинні давати відповіді знання, що містяться в базі знань?

Які методи виводу нових знань будуть застосовуватися в системі?

Хто і яким чином буде використовувати і підтримувати модель онтології в процесі її життєвого циклу?

Безумовно, відповіді на ці питання змінюються протягом процесу проектування моделі ПрО, але в будь-який момент часу вони дозволяють обмежити масштаб моделі системи, якщо вона стає занадто складною.

Розглянемо застосування методології семантичного моделювання на прикладі аналітичної системи для відпрацювання алгоритмів і програмного забезпечення виявлення, класифікації та визначення параметрів ідентифікації шкодочинних об'єктів.

Особливістю такої системи є наявність двох типів інформації: реальні дані – отримані в результаті досліджень шкодочинних об'єктів (емпіричним методом); дані моделювання – отримані в результаті математичного моделювання поведінки об'єкта.

Моделювання поведінки та ідентифікації шкодочинного об'єкту вимагає розробки компонентних моделей, включаючи інформаційну модель полів сільськогосподарських культур, базу даних параметрів шкодочинних об'єктів.

Такий підхід дозволяє поєднувати переваги прямого моделювання (з метою одержання об'єктивних даних про знання шкодочинних об'єктів, що вивчаються) з експертними знаннями, представленими як характеристичний набір параметрів реальних об'єктів та їх оцінки на основі досвіду експерта.

Узагальнена структура аналітичній системи на основі знань для ідентифікації, класифікації та визначення параметрів ідентифікації об'єктів, представлена на рисунку 4.1. Концептуальна модель складається з таких структурних компонентів [45]:

- Обслуговування бази знань – інструментарії для формування бази знань з метою вирішення проблем ідентифікації та класифікації шкодочинних об'єктів;
- Машина логічного виводу – призначена для організації логічного виводу на основі накопичених знань. Включає засоби складання правил виробу, самонавчання та адаптації;
- Інструменти адміністрування та управління – призначені для управління службами та програмами доступу користувачів до інформаційних ресурсів, безпекою та продуктивністю системи моделювання.



Рисунок 4.1 - Приклад загальної структури моделюючої системи для ідентифікації, класифікації та визначення параметрів ідентифікації об'єктів

Слід нагадати, що запропонована система має забезпечувати документування експериментів на всіх етапах їх проведення. Крім того, повинна зберігатися інформація з експертними оцінками, які з'являються в ході проведення

експериментів. Це сприяє формуванню достовірної інформації про досліджуємі процеси та накопиченню знань.

Таким чином, модель онтології являє собою опис предметної області в термінах теорії обробки знань. Після опису всіх класів та їх окремих екземплярів та встановлення всіх відносин на них можна використовувати алгоритми описової логіки для обробки онтологічної інформації.

4.3. Онтологія, як інструмент для розробки семантичного процесу

Онтології доводять, що вони є одним з основних інструментів, що використовуються для розробки семантичного процесу. Схема є корисним методом для поліпшення інформаційних значень процесу моделей і їх аналізу за допомогою концептуалізації. Концептуальна система аналізу дозволяє підвищити значення елементів процесу за рахунок використання властивостей та класифікації виявляти об'єктів, щоб генерувати знання виведення, які можуть бути використані для визначення корисних моделей, а також для прогнозування майбутніх результатів.

Дійсно, здатність витягати корисні або ціннісні знання з видобутих даних в існуючих інформаційних системах є проблемою через експоненціального збільшення обсягу даних, які безперервно генеруються. Більш того, багато хто з таких систем збору даних і процедури для аналізу процесу виявляються все більш складними. У зв'язку з цим виникла необхідність в більш багатому або розширеному описі процесів в реальному часі, що дозволяє гнучко досліджувати великі обсяги даних, націлених на поліпшення продуктивності систем і, звичайно ж, основних бізнес-операцій. Такий аналіз, пов'язаний з процесом, означає, що також необхідні методи, які здатні витягувати цінну інформацію з журналів подій і результируючих моделей про розглянутих процесах реального часу.

Більш-менш, більшість організацій інвестували в проекти для моделювання різних операційних процесів. Тим не менше, більшість моделей похідних процесів

часто є непридатними, непрацездатними або являють собою ту форму реальності, яка спрямована на розуміння, а не на всю складність бізнес-процесів.

Можливо, відповідно до роботам точне вивчення або аналіз витягнутого журналу подій здатні надавати життєво важливу і цінну інформацію щодо якості підтримки, запропонованої для так званих організацій та інформаційної бази знань або системи в цілому. Наприклад, виявлення базових відносин, які елементи процесу або ресурси поділяють між собою в інформаційній базі знань.

Останнім часом поняття Process Mining [46] або все ж Process Querying [46] стало важливою технологією, яка використовується для виявлення такого роду значимої інформації з журналів даних подій і моделей похідних процесів. Однак в дослідженні, проведеному в [46], відзначається, що спільне використання більшості існуючих методів розробки процесів полягає в тому, що вони залежать від тегів / міток в журналах подій про процеси, які вони представляють, і, отже, певною мірою обмежені, тому що їм не вистачає рівня абстракції, необхідного з реальних точок зору. Це означає, що методи технічно не витягують з реального знання (семантики), які описують теги або мітки в журналі подій доменних процесів [49]. Практично більшість методів аналізу процесів в літературі носить чисто синтаксичний характер, і з цієї причини вони кілька неточні при розгляді питання з неструктурованими даними.

З цієї причини в роботі розглядаються технологічні можливості і перспективи використання онтології в якості основного процесу розробки дієвого механізму запиту, що дозволяє вирішувати такі завдання, викликані відсутністю семантичної інформації, шляхом надання методу формального структурування легкодоступних наборів даних. Іншими словами, робота в цьому розділі зачіпає вищезгадані проблеми, т. Е. (I) відсутність інструментів розробки процесів або запитів, які підтримують пошук, вилучення та аналіз семантичної інформації і (ii) розробку журналів подій і моделей на набагато більш концептуальних рівнях на відміну від синтаксичного характеру або методів видобутих процесов. В основному мета полягає в наданні формальних структур для наборів даних, що використовуються

для аналізу процесів, а також для поліпшення аналізу та інтеграції підлогу вчених моделей процесів. Такий підхід, заснований на онтології, є значним, оскільки він включає в себе семантичні описи і / або переформулювання значень міток в журналах подій і моделей процесів, а також їх зіставлень з метою підвищення корисності й ефективності цілих процесів в області, про які йде мова, зокрема, під час процесу пошуку, обробки та вилучення інформації. Загалом, пропонований підхід в цій главі підтримує збільшення інформаційних значень отриманих моделей, семантично анотірую елементи процесу з концепціями, які вони представляють в реальному часі, і пов'язують їх з онтологією, щоб забезпечити аналіз витягнутих журналів даних і моделей на набагато більш концептуальному рівні.

У свою чергу, концептуальний метод аналізу забезпечує простий спосіб аналізу наборів даних (тобто Журналів подій і моделей), а ще більше дозволяє підвищити значення елементів процесу за рахунок використання мов опису властивостей або синтаксису - наприклад, *Ontology Web-Rule Language (OWL)* [30] *Semantic Web Rule Language (SWRL)* [30], *Description Logic (DL)* запити [30] і класифікація виявлених об'єктів або таксономія [30], щоб зробити доступним знання виведення які можуть бути використані для визначення корисних шаблонів за допомогою семантичних міркувань. З іншого боку, семантичне моделювання (*ontological representations*) і методи аналізу дають нам можливість розробляти інтелектуальні алгоритми та інструменти, здатні поліпшити отримані моделі процесів за допомогою явної специфікації понять (часто званої *conceptualisation*), щоб ідентифікувати відповідну семантику і відносини між елементами процесу.

Нарешті, в роботі застосовується запропонований метод для тематичного дослідження області процесу навчання, щоб продемонструвати корисність семантичного підходу. У дослідженні враховуються різні етапи процесу розробки і його застосування - починаючи з початкової фази збору і перетворення легкодоступних подій даних в виявлені технологічні модеми, а потім семантична підготовка витягнутих моделей для подальшого аналізу і обробка запитів на більш абстрагованому рівні. По суті, в розділі показано, використовуючи приклад *Learning*

Process - як дані з різних доменів процесу можуть бути вилучені, семантично підготовлені і перетворені в виконувані формати робіт, щоб підтримувати виявлення, моніторинг і поліпшення в реальному часі процесів за допомогою подальшого семантичного аналізу виявлених моделей. Дійсно, пропозиції та результати дослідження показують, що система, формально закодована з семантичної маркуванням (annotation), семантичним представленням (ontology) і семантичним міркуванням (reasoner), має можливість посилити аналіз процесу і результати від синтаксичного рівня до набагато більш концептуальний рівень.

Початковим етапом семантичного моделювання є побудова концептуальної моделі ПрО. Тобто потрібно визначитися як будуть представлятися в онтологічних моделях сутності створюваної аналітичній системи: об'єкти, класи основні концепти, визначення і значення властивостей, аксіоми.

Формально концептуальну модель онтології предметної області – $Ont(SD)_{IS}$ можна представити у вигляді математичного виразу

$$Ont(SD)_{IS} = \langle C^{(Ax)}, Ex^{(C)}, Rel^{(H)}, T^{(A)}, Ax^{(s)}, Rul^{(S)} \rangle$$

де: $C^{(Ax)}$ – підмножина класів (<Classes>) основних концептів - понять предметної області E (<Entities>), які складають їх відмінну рису;

$Ex^{(C)}$ – множина екземплярів (<Instances>) класів $C^{(Ax)}$, яка використовується для наповнення бази знань окремими екземплярами (примірниками);

$Rel^{(H)}$ – підмножина відношень (<Object properties>) між класами $C^{(Ax)}$ та властивостями $T^{(A)}$, що задаються предикатами $Rel^{(H)}$ – дієсловами через які описуються відношення (типи зв'язків) у визначеній ПрО;

$T^{(A)}$ – підмножина атрибутів (<Data properties>), що описує властивості класів $C^{(Ax)}$ (їх типи даних, області значень);

$Ax^{(s)}$ – підмножина аксіоми (<Axioms>), які визначають основні поняття ПрО, які завжди для неї істинні. Аксіоми записуються предикатами першого порядку і задають правила виводу для рішення функціональних задач;

$Rul^{(S)}$ – підмножина правил логічного виводу для отримання нових знань.

Модель онтології $Ont(SD)$ разом з безліччю індивідуальних примірників класів – $Ex^{(C)}$, які визначають індивідуальні властивості – $T^{(A)}$ та відносини між ними $Rel^{(H)}$ становить базу знань предметної області.

Відповідно до основних правил мови OWL клас описується триплетом, який називається RDF-графом. У цьому графі вершинами є суб'єкти та об'єкти, а в якості дуг – предикати [25]. З математичної точки зору триплет є екземпляром елемента деякого бінарного відношення. Вираз триплета стверджує те, що певний стосунок, вказаний предикатом, пов'язує предмети, позначені як суб'єкт і об'єкт у конкретному в триплеті [25].

Одним з інструментальних засобів семантичного моделювання є відомий редактор онтологій Protégé 5. – розроблений Стенфордським університетом, який відноситься до візуальних редакторів. Візуальні методи проектування онтологій сприяють швидшому і повному розумінню структури знань предметної області, що особливо цінне для дослідників, які працюють в новій предметній області. Protégé 5. дозволяє підтримати всі фази життєвого циклу онтології відповідно до вимог ISO/IEC 15288:2002 [20] – від розробки семантичної мережі та створення бази знань на її основі, до формування запитів користувачів до цих баз з метою отримання знань.

Редактор онтологій Protégé 5 реалізує модель подання знань ОКВС (Open Knowledge Base Connectivity) [20], та відображує дані у виді фреймів, але крім фреймів редактор підтримує найбільш поширені мови представлення знань (SHOE, XOL, DAML + OIL, RDF / RDFS, OWL) [20].

Основне вікно редактора Protégé 5. складається із закладок (tabs), які відображують різні аспекти створюваної моделі знань: <Active Ontology>, <Entities>, <Classes>, <Data properties>, <Object properties>, <Individuals by class>, <DL Query>, <SPARQL Query> та інші. (рисунок 4.2.).

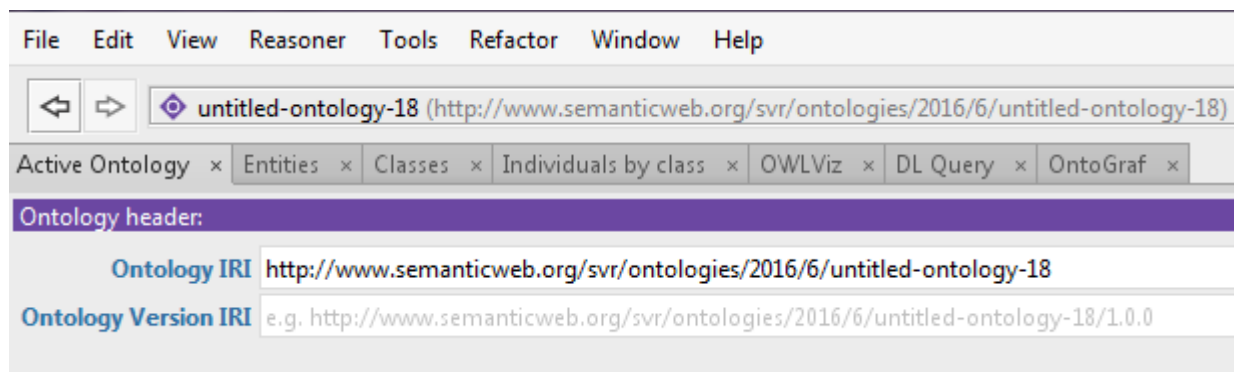


Рис. 4.2 - Основні функціональні закладки редактора Protégé 5

Кожна модель онтології *Ont(SD)* створюється з використанням унікального ім'я – ідентифікатора ресурсу (URI). Безумовно, в процесі проектування онтологія може бути змінена, можуть бути додані та відредаговані імена класів, анотації, а також інші компоненти моделі. Основна розробка програмного продукту поділялася на 2 частини: створення онтології для шкочинних об'єктів та формування запитів для ідентифікації об'єктів.

4.4. Формування ієрархії основних класів – таксономії предметної області

Визначення класів і створення їх ієрархії (таксономії) є ключовим фактором в розробці моделі онтології. Роботи цього етапу полягають у визначенні підходу до розбиття на класи, виявленні класу і визначенні споріднених вузлів. Розбиття на класи залежить від типу успадкування та розділяються на спадні, висхідні і комбіновані. Процес розробки починається з визначення найзагальніших понять предметної області з подальшою їх конкретизацією. Процес висхідній розробки починається з визначення самих конкретних класів, ієрархії з подальшою угрупованням цих класів в більш загальні поняття. Процес комбінованої розробки – це поєднання спадного і висхідного підходів [17].

Таксономія класів являє собою дерево описуваних термінів, що мають ієрархічну структуру.

В редакторі онтології Protege 5. створення класів ПрО $C^{(Ax)}$ виконується в закладці <Classes>. В мові OWL класи інтерпретуються як підмножина індивідів, яка входить до визначеного класу.

При відкритті в редакторі онтології Protege 5 закладці <Classes> з'являється поле з класом `THING` – це клас, що представляє собою набір, який містить всі об'єкти предметної області. Тобто при створенні нової онтології предметної області всі класи розглядаються як підкласи класу `THING` (рисунок 4.3.). Це можна вважати особливістю відображення онтології в редакторі Protégé 5.

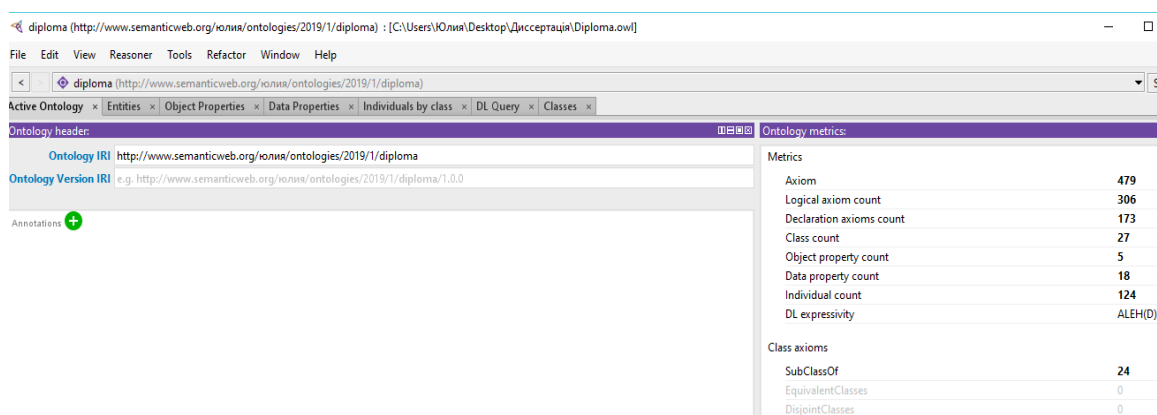


Рисунок 4.3 - Початок створення нової онтології в редакторі Protégé 5

Для створення та редагування класів на панелі інструментів розташовані спеціальні засоби (рисунок 4.4.).

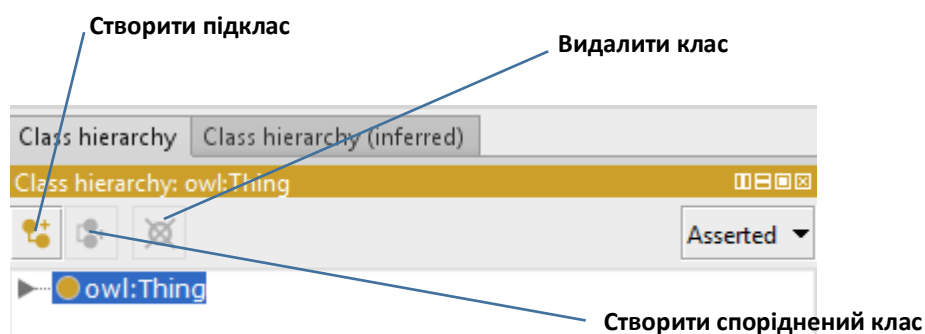


Рисунок 4.4 - Засоби створення та редагування класів в редакторі Protégé 5

Для моделюючого комплексу, який призначено для відпрацювання алгоритмів і програмного забезпечення Моделювання взаємодії компонентів корабельного

з'єднання, до основних класів $C_i^{(Ax)}$ можна віднести таки: морські об'єкти, повітряні об'єкти, підводні об'єкти та наземні об'єкти.

Для створення цих класів потрібно скористатися інструментальною панеллю, натиснувши кнопку <Add subclass> (<Створити підклас>). Особливістю проектування в середовищі редактору онтології Protege 5. є те, що класи розглядаються як підкласи загальної онтології THING. Згідно з нотацією CamelCase щодо імен класів мови OWL [17] – всі імена класів повинні починатися з великої літери та не повинні містити пробілів. Також не можна починати назву класу із цифри, наприклад, 1_режим.

Після створення основних класів, які визначають базові поняття ПрО, всередині кожного класу створюється підкласи, для чого використовується кнопка <Створити споріднений клас>. У вікні, що розкрилося необхідно ввести назву підкласу (рисунк 4.5.).

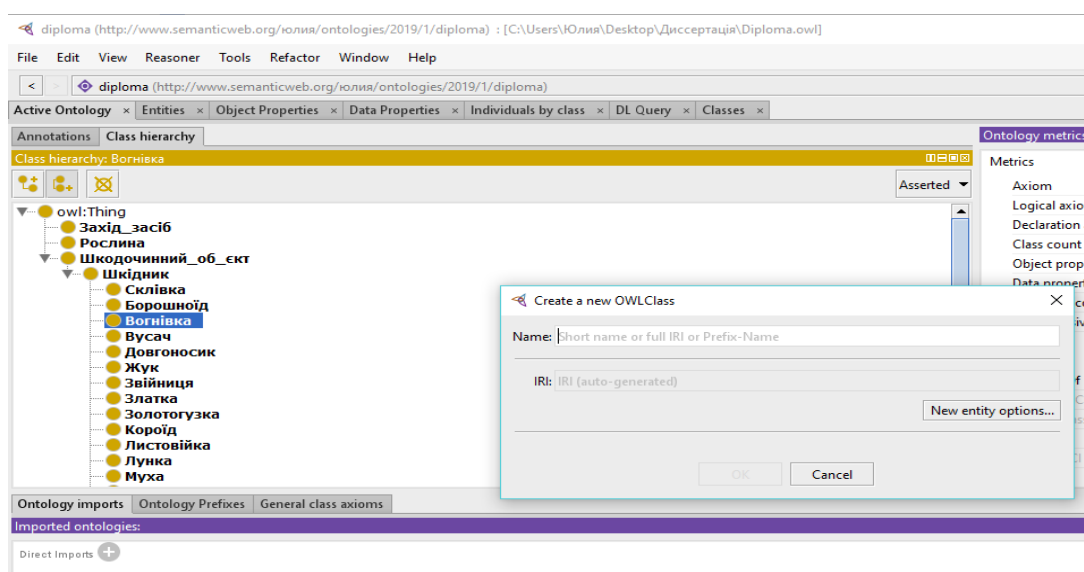


Рисунок 4.5- Приклад процесу створення підкласів

Усі індивіди спорідненого підкласу є членами класу, до якого входить цей підклас.

Після введення назви класу в структурі онтології з'являється новий клас. Аналогічно створюються інші класи та підкласи, які відображують уявлення

розробника про особливості ПрО. На рисунок 4.6 показана ієрархія класів для цієї предметної області.

За замовчуванням класи в мові OWL можуть перетинатися. Для того щоб розділити класи, їх необхідно зробити непересічними (Disjoint Classes). Це гарантує, що індивід не зможе бути екземпляром більш ніж одного класу. Для цього в закладці <Classes> потрібно визначити клас, який не повинен перетинатися, далі у полі <Description> потрібно натиснути «Add» (+) біля функції Disjoint With та у розкритому вікні <Class hierarchy> обрати клас, який не повинен перетинатися з визначеним класом.

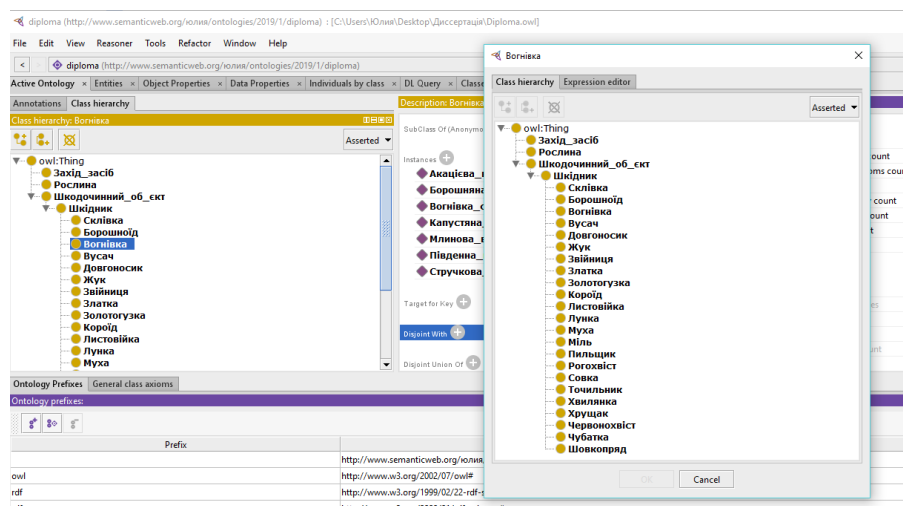


Рисунок 4.6 – Ієрархія класів предметної області

Крім опису іменованих класів через суперклас, мова OWL дозволяє визначати перелічувані класи – класи, які задаються списком імен індивідів,. У редакторі Protégé перелічувані класи визначаються за допомогою редактора виразів <Class expression editor>- індивідів, які становлять перелічувальний клас, задаються списком імен індивідів (через кому і розділених пробілами) всередині фігурних дужок [54].


Мова опису онтології OWL 2 дозволяє створювати анотації з різною інформацією (коментарі, дату створення, автора, посилання на ресурси тощо) і метаданими класів, властивостей, індивідів і онтології (онтології заголовка).

Існує п'ять зумовлених властивостей анотації, що використовуються для опису класів, властивостей і індивідів:

- owl: versionInfo (діапазоном цієї властивості є рядок);
- rdfs: table (має діапазон рядки, може бути використано для додавання коментарів при читанні в онтології імен класів, властивостей і індивідів, а також для надання багатомовних імен;
- rdfs: comment (має діапазон рядки);
- rdfs: seeAlso (має значення URI, яке використовується для позначення відповідних ресурсів);
- rdfs: isDefinedBy (має значення URI-посилання і використовується для посилання на онтологію, яка міститься в WWW).

У редакторі Protégé кожен клас визначається властивостями, які описують взаємозв'язок між класами і поділяються на два типи : <ObjectProperty> - описує відносини (типи відносин), які встановлюються між окремими класами онтології; <DatatypeProperty> - описує специфічні атрибути (характеристики), які визначають клас. Наприклад, швидкість морського об'єкта, її розміри, технічні параметри тощо.

Підмножина атрибутів (Attributes) $T^{(A)}$ описує властивості класів $C^{(Ax)}$ та використовується для вводу конкретних значень екземплярів класів - $Ex^{(C)}$.

Формування підмножини атрибутів засобами Protege виконується за допомогою закладки <Datatype Properties> в інструментальній панелі редактора Protégé 5. Далі розкривається вікно, в якому міститься стрічка <OWL:DataProperty>. При натисканні кнопки  відкривається вікно <Create a new OWLDataProperty>, в якому потрібно ввести назву властивості, наприклад, <Vibration_Speed_V_x> и натиснути кнопку ОК (Рис. 4.5). Після виконання відповідних дій, передбачених процесом, у лівому фреймі з'являється новий тип властивості.

Повторюючи цей процес для ПрО можна сформувати множину атрибутів $T^{(A)}$, яка, саме, й відображує розуміння особливостей побудови моделі онтології

ПрО. Для складної предметної області OWL:DataProperty може бути представлена у вигляді ієрархічної структури.

Сформовані атрибути вказуються в словнику схеми XML та можуть бути представленими різними форматами даних: цілі числа, з плаваючою точкою, рядки, логічні значення тощо.

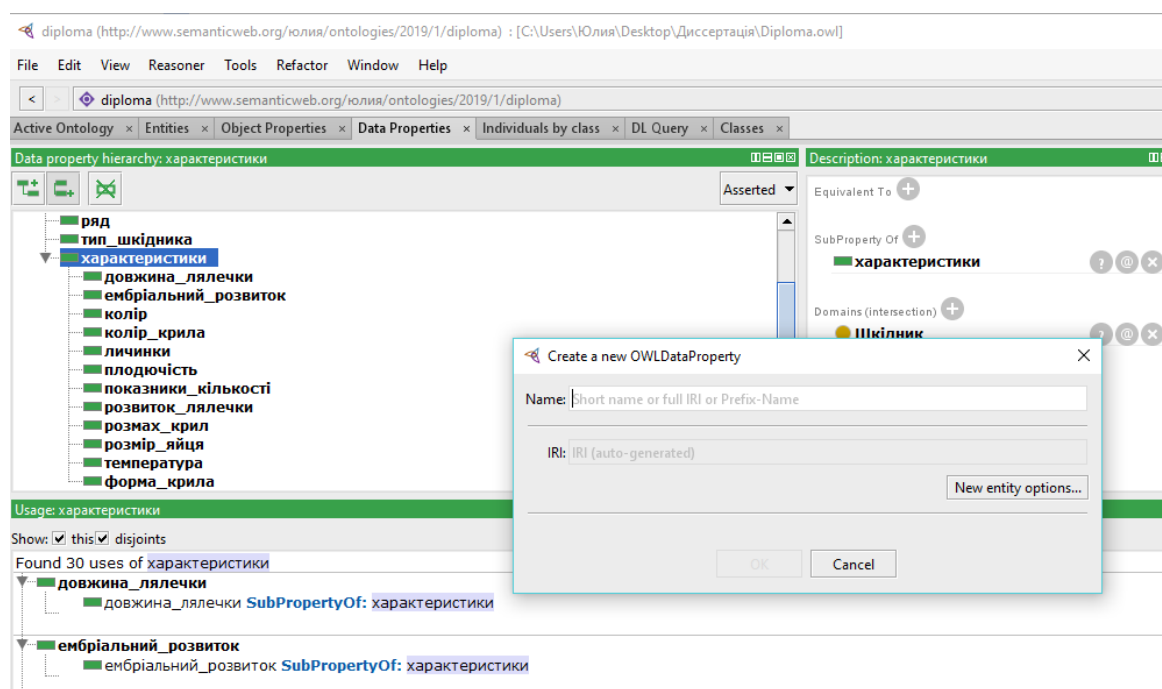


Рисунок 4.7 - Процес формування нового атрибута в редакторі Protégé

Мова опису онтології OWL дозволяє створювати анотації з різною інформацією (коментарі, дату створення, автора, посилання на ресурси тощо) і метаданими класів, властивостей, індивідів і онтології (онтології заголовка).

Нище наведено п'ять зумовлених властивостей анотації, що використовуються для опису класів, властивостей і індивідів: owl: versionInfo (діапазоном цієї властивості є рядок); rdfs: table (має діапазон рядки, що можуть бути використаними для додавання коментарів при огляді в онтології імен класів, властивостей і індивідів, а також для надання багатомовних імен); rdfs: comment (має діапазон рядки); rdfs: seeAlso (має значення URI, яке використовується для

позначення відповідних ресурсів); `rdfs: isDefinedBy` (має значення URI-посилання і використовується для посилання на онтологію).

На рисунку 4.8 наведено приклад опису анотації властивості `rdfs: seeAlso`, певного для індивіда «Вогнівка борошняна».

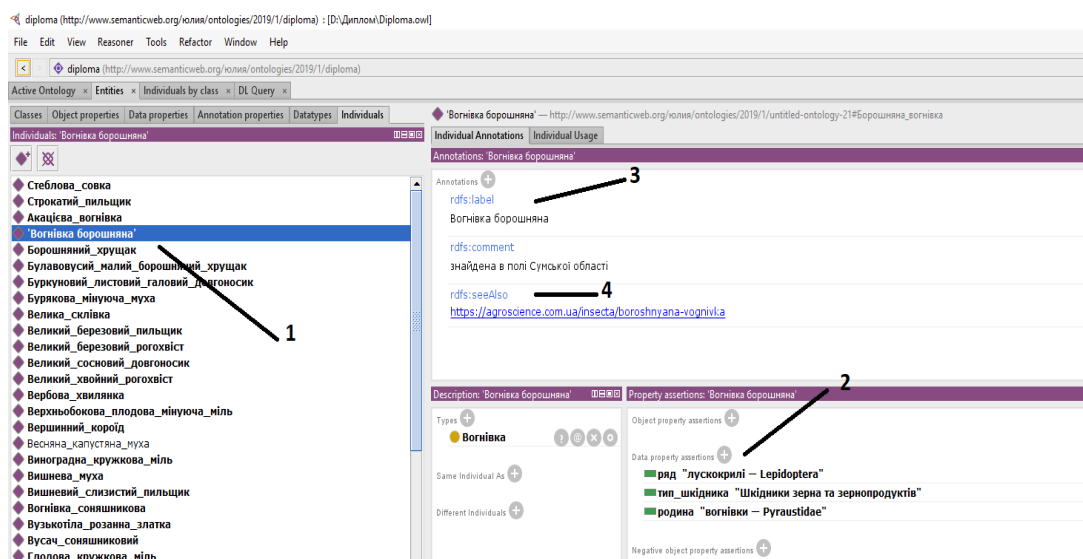


Рисунок 4.8 – Опис індивіду «Вогнівка борошняна»

Індивід «Вогнівка борошняна» - шкідник, що пошкоджує борошно, крупу, висівки і макуху, комбікорм, зерно, сушені фрукти, який наповнює клас «Вогнівка». Панель опису індивіда «Вогнівка борошняна» включає в себе: індивіди (1), властивості - дані (2) і анотацію (3). При активації посилання, що визначає властивість `rdfs: seeAlso` (4), користувач автоматично потрапляє на web-ресурс, що містить дані про вогнівку борошняну.

4.5. Виконання DL- запиту

Мова запитів DL-Query в інструментальному середовищі Protégé 5.1.0 реалізована в рамках програми reasoner HermiT та підтримує синтаксис і семантику мови OWL 2 Direct Semantics як стандарту World Wide Web Consortium (W3C). Це також дозволяє точно описувати багато доменні онтології (довільно пов'язані структури онтології).

Семантичний Reasoner HermiT сприймає онтологію як набір TBox(SD) – опис ієрархії класів <Class hierarchy> (понять предметної області та їх екземплярів), а також ABox(SD) – множин властивостей, якими описуються класи та їх екземпляри (за допомогою словників <owl:topDataProperty> та <owl:topObjectProperty >). Така реалізація програми логічного виводу суттєво спрощує сам процес формування DL-запиту, оскільки у користувача з'являється можливість скористатися інтелектуальним інтерфейсом, який дозволяє обирати потрібні об'єкти, властивості або логічні функції із відповідних словників: класів <Class hierarchy>, <owl:topDataProperty> та <owl:topObjectProperty >.

На рисунку 4.9 представлено панель «DL query» та результат запиту за властивостями «розвиток_лялечки» та «розмах_крил».

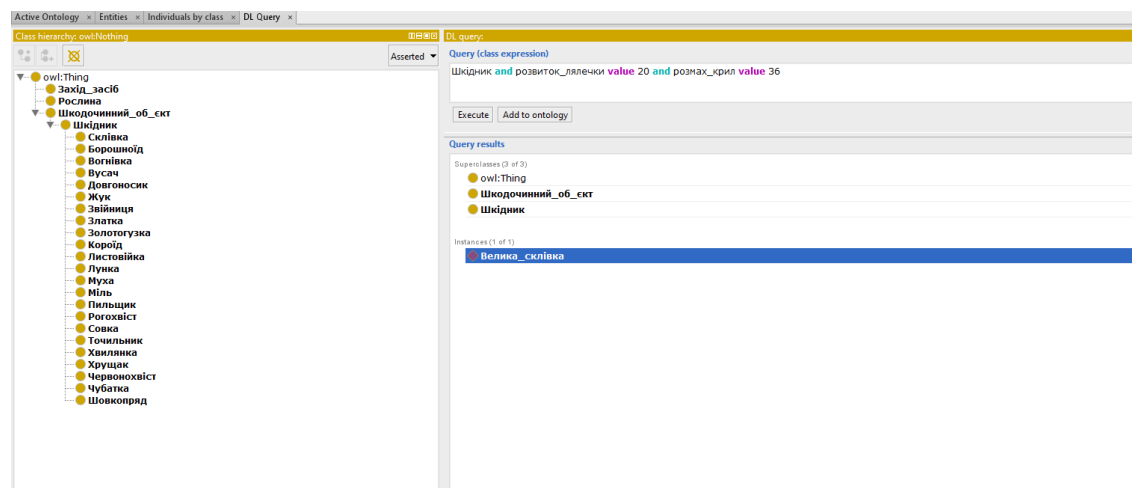


Рисунок 4.9 - Панель «DL-query» та результат DL-запиту

Рисунок 4.10 ілюструє результат пошуку індивидів класу «Шкідник» та «тип_шкідника» зі значенням «Шкідники багаторічних бобових культур».

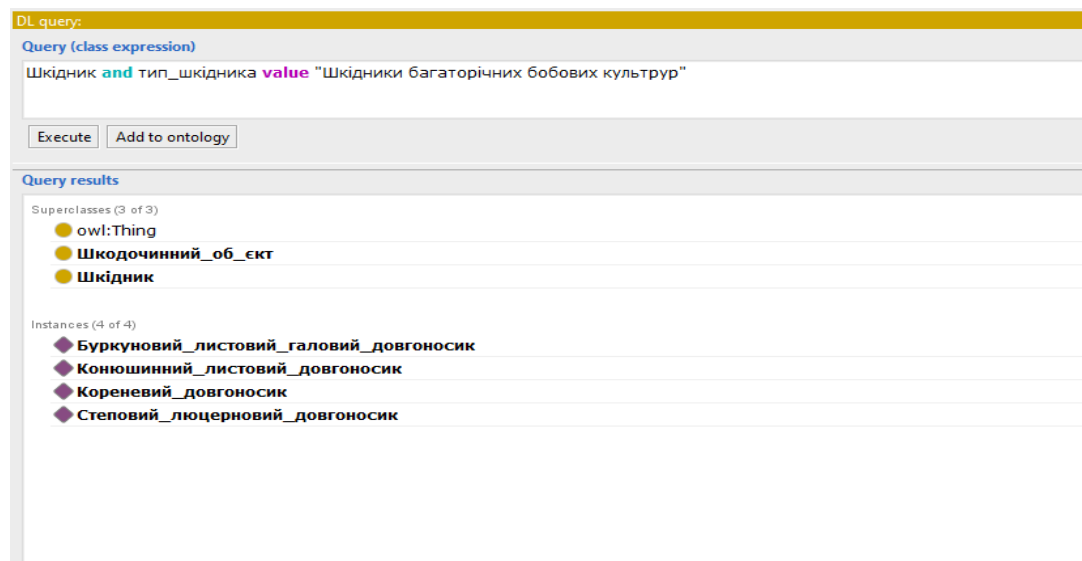


Рисунок 4.10 – Результат пошуку індивідів класу «Шкідник»

Наявність інтелектуального інтерфейсу при написанні DL-запиту (у вигляді триплету) суттєво скорочує кількість помилок користувача та позитивно впливає на психологічне сприйняття результатів логічного виводу [30].

4.6. Побудова семантичної мережі предметної області

Семантична мережа - мережна модель, що має вигляд орієнтованого графа, вершинами (вузлами) якої є класи (об'єкти предметної), а дугами (ребрами) - спрямованість відносини або зв'язку, що з'єднують ці вузли. У семантичній мережі відображені типи відносин [31]. Рисунок 4.11 ілюструє семантичну мережу, що побудована в результаті онтологічного моделювання розглянутої предметної області в редакторі Protege 5.1.0.

Як модель предметної області, семантична мережа найбільш часто використовується для представлення декларативних знань, за допомогою якої реалізуються такі властивості системи знань, як інтерпретованість і зв'язність. За рахунок цих властивостей семантична мережа дозволяє знизити обсяг збережених даних, забезпечує висновок умовиводів по асоціативним зв'язкам. Семантична мережа є необхідним ресурсом і способом представлення знань, який відображає

семантику предметної області, а також дозволяє проводити візуальний аналіз предметної області, графічно відображаючи її структуру [32].

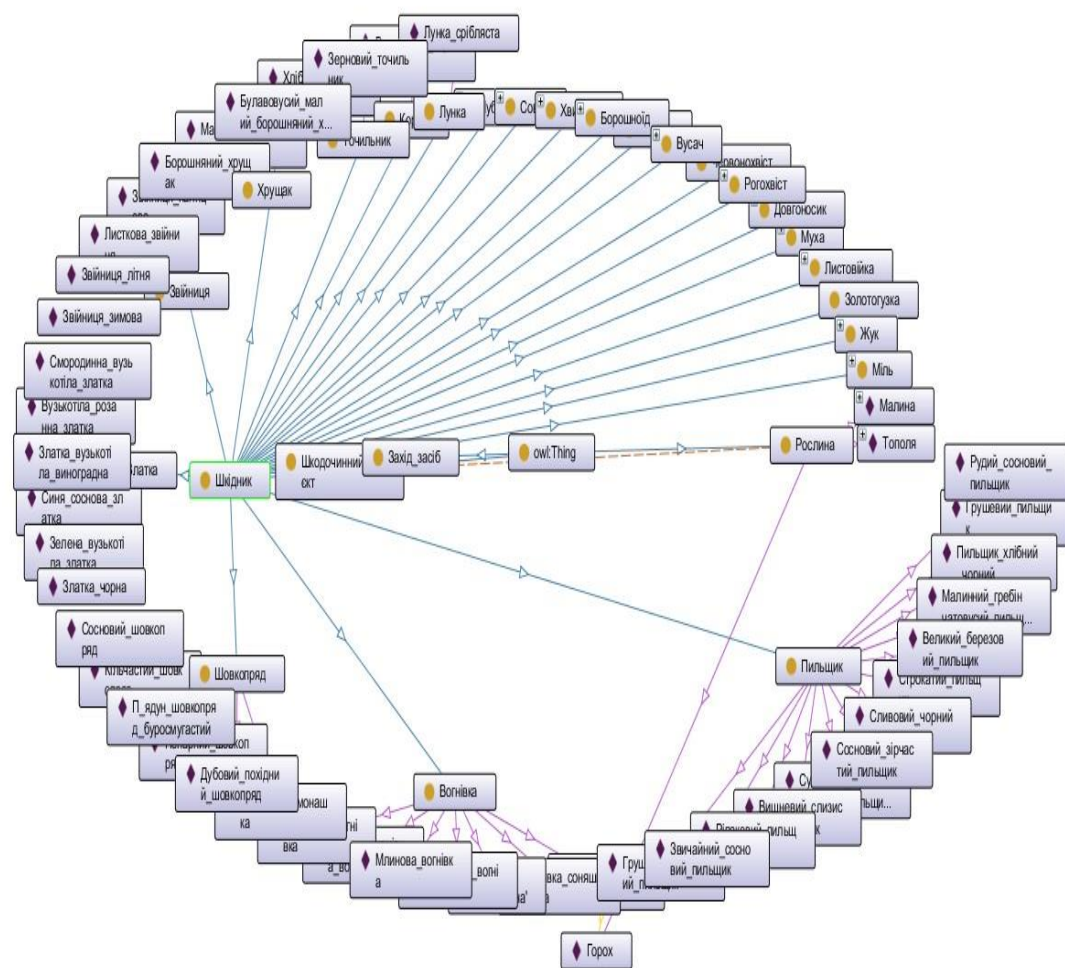


Рисунок 4.11 - Семантична мережа предметної області «Шкодочинні об'єкти сільськогосподарських культур»

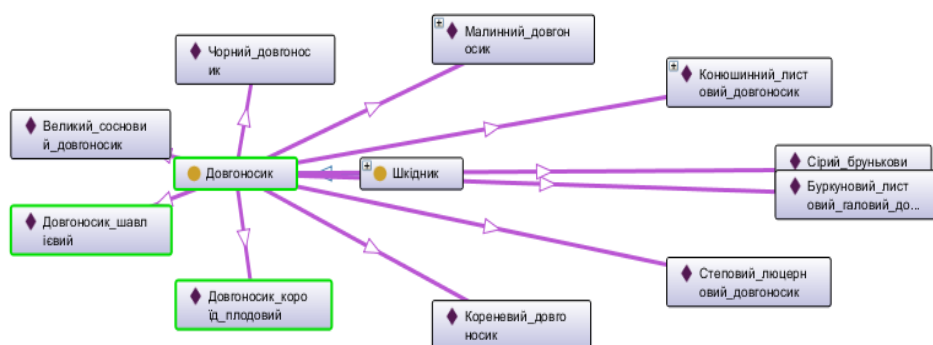


Рисунок 4.12 – Фрагмент семантичної мережі предметної області
«Довгоносик»

На рисунку 4.12 в якості прикладу наведено фрагмент семантичної мережі, що відображає відносини не тільки класів, а й індивідів, які наповнюють їх.

Висновки до розділу 4

Були розглянуті існуючі методи семантичного аналізу контенту і їх порівняння між собою, обґрунтування вибору методу онтологій для подальшого аналізу, описані основні положення теорії онтологічного моделювання, зроблено огляд по інструментах інженерії онтології, а також їх порівняльний аналіз, на підставі якого був обраний інструмент Protégé для проектування онтології., міститься процес розробки онтології в системі Protégé і докладний опис роботи з нею: опис класів, властивостей, примірників, аксіом, складання до неї SPARQL і DL запитів - все це показує, як треба використовувати метод онтологій при семантичному аналізі контенту, а точніше текстових інформаційних ресурсів [40].

Онтологічне представлення предметної області дозволяє зробити інформаційні ресурси зрозумілими для машинної обробки, що допоможе в розвитку інтелектуальних систем.

ВИСНОВОК

Знання не мають чіткої межі, внаслідок чого оцінювати їх чітко досить складно. Вони можуть бути представлені тільки як система даних з інтерпретатором. Тому необхідна модель, яка б дозволила чітко уявити нечіткі величини (знання) в системах і звести похибки ідентифікації об'єктів до мінімуму. Онтології доводять, що вони є одним з основних інструментів, що використовуються для розробки семантичного процесу. Схема є корисним методом для поліпшення інформаційних значень процесу моделей і їх аналізу за допомогою концептуалізації, що дозволяє підвищити значення елементів процесу за рахунок використання властивостей та класифікації виявляти об'єктів, щоб генерувати знання виведення, які можуть бути використані для визначення корисних моделей, а також для прогнозування майбутніх результатів.

Проведено аналіз існуючих методів представлення знань, досліджено підходи до створення баз знань з урахуванням специфіки предметної області, а також досліджені переваги та недоліки програмних засобів, що дозволяють створювати базу знань. Запропоновано формування бази знань на основі методу семантичної мережі. В якості інструментальної платформи для її проектування використано редактор онтології Protégé 5.

Результатом магістерської роботи є удосконалення методу семантичної мережі предметної області за рахунок корегування структури мережі в процесі її використання для подальшої ідентифікації об'єктів на базі розробленої семантичної моделі, а також формування запитів до бази знань на природній мові.

Були розглянуті існуючі методи представлення знань і їх порівняння між собою за результатами чого здійснено обґрунтування вибору методу семантичної мережі для подальшого аналізу шкодочинних об'єктів та його удосконалення на базі розробленої семантичної моделі, зроблено огляд інструментів інженерії онтології, а також їх порівняльний аналіз, на підставі якого був обраний інструмент

Protégé для проектування онтології та семантичного аналізу текстових інформаційних ресурсів.

Редактор Protege 5.1.0. крім загальних функцій редагування і перегляду онтології, він дозволяє виконувати підтримку документування онтології, імпорт і експорт онтології різних форматів і мов, підтримку графічного редагування, управління бібліотеками онтології.

Як недолік редактора Protege 5.0 слід вказати на відсутність можливості математичної обробки даних і рішення оптимізаційних завдань. Для цього необхідно додатково розробляти програмне додаток, в основі бази знань якого буде використовуватися розроблена прикладна онтологія ПрО.

Розроблена прикладна онтологія предметної області дозволяє вирішувати завдання: логічного, структурованого опису, категоризації, пошуку інформації та аналізу даних. В майбутньому онтологія може бути використана в якості бази знань для формування єдиного інформаційного середовища про шкодочинні об'єкти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глоба Л.С., Коваль О.В., Новогрудська Р.Л., Сенченко В.Р.: Створення сценаріїв обробки даних на основі онтологій / Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 18-1 Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016, Китів, 30 травня _2 червня 2016 р. - К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КШ", 2016. - 262-265 с.
2. Relational model [https://uk.wikipedia.org/wiki/ Relational model](https://uk.wikipedia.org/wiki/Relational_model)
3. Горбулін В.П., Додонов О.Г., Ланде Д.В. Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання: монографія. – К.: Інтертехнологія, 2009. – 164 с.
4. Горшков С.: Введение в онтологическое моделирование, – ООО «ТриниДата». – 2014-2016. – 165 с. – Режим доступа: http://www.trinidata.ru/ontology_modeling.htm
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств – 106 с.
6. Грейді Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. Мова *UML*. Керівництво користувача = *The Unified Modeling Language user guide*. – 2-е вид. – М., СПб.: ДМК Пресс, Пітер, 2004. – 432 с.
7. Грищенко М.А., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю.: Инструментальное средство создания продукционных экспертных систем на основе MDA // Образовательные ресурсы и технологии •2016'2 (14), 144 – 151 с.с.
8. Девятков В.В.: Системы искусственного интеллекта. – М.: Изд. МГТУ им. Баумана, 2001.
9. Дейт, К. Дж.: Введение в системы баз данных, 8-е издание.: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. Англ

10. Демиденко М.А. Системи підтримки прийняття рішень Навчальний посібник Нац. гірн. ун-т. — Електрон. текст. дані. — Д. : 2016. — 104 с. — Режим доступу: <http://nmu.org.ua>
11. Джанетто К., Уилер Э.: Управление знаниями. Руководство по разработке и внедрению корпоративной стратегии управления знаниями. - М.: Добрая книга, 2005.-192 с.
12. Джарратано Д., Райли Г.: Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание, Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. — 1152 с.
13. Джексон П.: «Введение в экспертные системы», Издательский дом «Вильямс», 2001. ISBN 5-8459-0150-2 ISBN 0-201-87686-8
14. Дзяна С. Р.: Теоретичні засади управління змінами в сучасних умовах / С. Р. Дзяна, Р. Б. Дзяний // Ефективність державного управління. — 2013. — Вип. 34. — С. 31–40. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/efdu_2013_34_5.pdf.
15. Додонов А. Г., Ланде Д.В., Путятин В.Г.: Мониторинг, адаптивное агрегирование и обобщение информации для поддержки аналитической деятельности / К.: ИПРИ НАН Украины, 2014. - 555 с.
16. Додонов А. Г., Путятин В. Г., Куценко С. А., Юрасов А.А.: Управление процессом моделирования при решении функциональных задач на АРМ компьютерной модели СОУ АК // Сборник трудов пятой Международной научной конференции МОДЕЛИРОВАНИЕ-2016 (25-27 мая 2016, г. Киев). — К.: ИПМЭ НАН Украины, 2016. — С. 225-228.
17. Додонов О.Г., Ланде Д.В. Імовірнісна модель виявлення латентних зв'язків у мережах понять // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2011. — № 2, — 13. — С. 38-46.
18. Додонов А.Г., Бойченко А.В. Разработка сценариев аналитической деятельности ISSN 1560-9189 Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2010, Т. 12, № 4, с 71 - 82

19. Додонов А.Г., Ландэ Д.В., Коваленко Т.В.: Модели предметных областей в системах поддержки принятия решений на основе мониторинга информационного пространства OSTIS-2016 (Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). С. 171-176
20. Додонов О.Г. Комп'ютерне моделювання процесів організаційного управління, ISSN 1027-3239. Вісн. НАН України, 2016, № 1. – С. 69 – 77.
21. Додонов О.Г., Коваль О.В, Глоба Л.С, Бойко Ю.Д. Комп'ютерне моделювання інформаційно-аналітичних систем. Монографія. Київ: ІПРІ НАН України, 2017. 239 с.
22. Додонов О.Г., Кузьмичов А.І.: Моделювання ризиків у проектно-орієнтованому організаційному управлінні засобами стохастичної оптимізації середовища ASP, Сб. трудов конференции «Моделирование-2016», ІПМЕ НАНУ, Т.1, 2016 С. 187-190
23. Додонов О.Г., Кузьмичов А.І.: Оптимізаційне електронно-табличне моделювання багатоцільових системних задач Ж. Реєстрація, зберігання і обробка даних, ІПРІ НАНУ, т.18, № 3, 2016 С. 12-19
24. Додонов О.Г., Путятін В.Г., Куценко С.А., Ланде Д.В. Побудова узагальненої структури інформаційної системи організаційного управління // - Математические машины и системы. – 2017. - №3. - С. 3-22
25. ДСТУ 2481-94 «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»
26. Дьяконов А.Г. Анализ данных, обучение по прецедентам, логические игры, системы WEKA, RapidMiner и MatLab (Практикум на ЭВМ кафедры математических методов прогнозирования): Учебное пособие. – М.:Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010.[Електроний ресурс] URL <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/7/7e/Dj2010up.pdf>
27. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. –М.: Мир, 1976. – 166 с.

28. Закон України «Про інформацію» № 2658-12 від 02.10.92, ВВР, 1992, N 48, ст.651 із змінами та доповненнями
29. ИСО/МЭК 15288:2002 «Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем» 57 с.
30. Коваль А.В., Бойко Ю.Д., Зайцева Е.А.: Модель сценарно-целевого подхода при построении информационно-аналитической системы // Сборник тезисов 16-ой международной научно-технической конференции «Системный анализ и информационные технологии» SAIT 2014, Київ, 26–30 мая 2014 р. / ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”. – К.: ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2014. – С. 105-106.
31. Коваль А.В., Зайцева Е.А., Бойко Ю.Д.: Верифікація комп’ютерної моделі системи інформаційного управління // Збірник "Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка". — 2014. — № 2. — С.26.
32. Константинова Н.С., Митрофанова О.А., Онтологии как системы хранения знаний <http://docplayer.ru/43668-Ontologii-kak-sistemy-hraneniya-znaniy-n-s-konstantinova-o-a-mitrofanova.html>
33. Круглов В.В., Дли М. И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети.— М.: Физматлит, 2000.— 224 с.
34. Кудрявцев Д. В.: Системы управления знаниями и применение онтологий: учеб. пособие / Д.В. Кудрявцев. – СПб.: Изд-во Политехн. унта, 2010. – 344 с.
35. Кузьмичов А.І. Аналітика мережевих структур. Моделювання засобами WinQSB MS Excel Практикум Видавництво Ліра – К.: 2017 С200
36. Кузьмичов А.І., Аналіз ризиків у мережевих моделях проектів засобами імітаційної оптимізації // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2017. – Т19. N 1. - С. 71-80
37. Кузьмичов А.І., Додонов В.О. Спеціалізовані інструментальні засоби електронних таблиць – універсальна платформа навчальної та дослідницької роботи // Математичні методи, моделі та ІТ в економіці Мат. V міжн. науково-методичної конф. Чернівці 2017 р. С91-92

38. Кузьмичов А.І., Додонов Є.О. Оптимізаційні моделі реконфігурації мережевих структур // Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2017. – Т19. N 1. - С. 24-35.
39. Кузьмичов А. І. Планування та управління проектами. Моделювання засобами MS Excel: Практикум. Київ: Вид-во Ліра-К, 2016. 180 с.
40. Кузьмичов А.І. Оптимізаційні методи і моделі: Практикум в Excel/А. І. Кузьмичов. – АМУ, 2013, 438 с.
41. Курносое Ю.В., Конотопов П.Ю.: АНАЛИТИКА: методология, технология и организация информационно-аналитической работы. — Москва: Издательство «РусакИ», 2004 г. — 550 с
42. Курносое Ю.В. «Аналитика как интеллектуальное оружие»: РУСАКИ; Москва; 2012
ISBN 978-5-93347-433-3 http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=24156898
43. Куценко С.А. Візуалізація як спосіб представлення результатів обробки та аналізу великих даних. Реєстрація, зберігання і обробка даних. Щорічна підсумкова наукова конференція 17-18 травня 2017 року: зб. наук. праць НАН України, Інститут проблем реєстрації інформації; відпов. ред. В.В.Петров. Київ: ІПРІ НАН України, С. 115-117.
44. Ланде Д.В., Бойченко А.В. Побудова моделі розвитку ситуації на основі аналізу інформаційного простору // Актуальні проблеми управління інформаційною безпекою держави : зб. матеріалів наук.-практ. конф., (Київ, 24 трав. 2017 р.). - Електрон. дані. - Київ : Нац. акад. СБУ, 2017. - С. 61-62.
45. Ланде Д.В., Додонов В.А. Модель розповсюдження інформації з урахуванням поняття сприйняття і пам'яті // Авіаційна та екстремальна психологія у контексті технологічних досягнень: збірник наукових праць / - К. : Аграр Медіа Груп, 2017. - С. 148-153
46. Ларман К.: Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. — М.; СПб.; К.: ИД "Вильямс", 2007. — 728 с.
47. Литвин В.В., Гопяк М.Я, Демчук А.Б.: Метод автоматизованої розбудови та оцінювання якості онтологій баз знань, УДК 004.89 сс. 61-68

48. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект. — М. : Вильямс, 2005. — 864 с.
49. Луканин А.В.: Нейронные сети как механизм представления лексико-семантической информации доступен на artyom.ice-ls.com/science/lexsem2004.doc
50. Мариничева М.К.: Управление знаниями на 100%: Путеводитель для практиков / М.К. Мариничева. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 320 с .
51. Макроэкономика: Учебное пособие / Под общей ред. к.э.н., проф. Л.Г. Сенокосовой; ПГУ им. Т.Г. Шевченко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2010.
52. Методы построения деревьев решений в задачах классификации в Data Mining: – Режим доступа: https://ami.nstu.ru/~vms/lecture/data_mining/trees.htm
53. Методология функционального моделирования IDEF0, Стандарт РД IDEF0 - 2000
54. Гаврилова Б. З., Румянцева З. П., Смирнова В. Г., Блинникова А. В.: Управление знаниями в корпорациях. Под редакцией Мильнера Б. З, М: «ДЕЛО», 2006.

ДОДАТОК А

Акт впровадження

Формування знань про предметну область для ідентифікації об'єктів

УКР.НТУУ"КПІ" _ТЕФ_АПЕПС_ ТВ3128_19М

Аркушів 2

2019

04073. м. Київ,
проспект Степана Бандери,
буд. 16-Б
тел. 066 902-41-70



ТОВ «МОБІМІЛЛ» р/р
2600801753567
ПАТ КРЕДОБАНК ЄДРПОУ
40545355

"Затверджую"

Директор
Майборода Д. В.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів магістерської дисертації

Видрі Ю.І. на тему:

«Формування знань про предметну область
для ідентифікації об'єктів»,

яка виконана в Національному технічному університеті
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
(«КПІ ім. Ігоря Сікорського»)

«_____» 2019 р.

Нами, представниками кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів і систем «КПІ ім. Ігоря Сікорського» та ТОВ «MobiMill», даний акт складено про те, що для використання в розробках спеціалізованого програмного забезпечення ТОВ «MobiMill» прийняті результати магістерської дисертації Видрі Ю.І., а саме програмне забезпечення - база знань для ідентифікації шкочинних об'єктів сільськогосподарських культур.

Представник кафедри АПЕПС

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Керівник дипломної роботи

Представник ТОВ «MobiMil»

Директор

Коваль О.В

Майборода Д.В

ДОДАТОК Б

Публікації

Формування знань про предметну область для ідентифікації об'єктів

УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕПС_ ТВ3128_19М

Аркушів 11

2019

УДК 004.822

ЗМІСТ

ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО ПРЕДМЕТНУ ОБЛАСТЬ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ	102
Анотація	102
Вступ	103
Семантична мережа, як модель представлення знань	103
Створення базових елементів OWL-онтології в Protege 5.1.0.....	103
Визначення та опис класів предметної області.....	104
Створення індивідів класу	105
Опис властивостей класів і типів даних.....	106
Анотації	107
Виконання DL- запиту	108
Побудова семантичної мережі предметної області	109
Висновок	111
Список використаних джерел.....	111

ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО ПРЕДМЕТНУ ОБЛАСТЬ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

О.В. Коваль, В.Р. Сенченко, Ю.І. Видря

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
Інститут проблем реєстрації інформації НАН України*

Анотація

Стаття присвячена розгляду можливостей використання семантичного підходу представлення знань та онтологічного моделювання для опису визначеної предметної області, а також оптимізація пошуку та категоризація інформації. У якості предметної області представлено «Шкодочинні об'єкти сільськогосподарських культур». Етапи побудови виконано за допомоги редактора Protege 5.1.0. Наведено класи і індивіди, які описують предметну область, а також відносини між ними, за допомогою мови логіки предикатів першого порядку. Пошук виконуються

за допомогою DL-запитів до даних. Модель предметної області представлено у вигляді семантичної мережі. Наведено переваги онтологічного моделювання предметної області. Визначено задачі подальших досліджень стосовно оптимізації процесів аналізу і обробки інформації щодо шкочинних об'єктів сільськогосподарських культур з впровадженням розробленої онтології предметної області.

Ключові слова. МЕТОДИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАНЬ; БАЗА ЗНАНЬ; ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД; СЕМАНТИЧНА МЕРЕЖА

Вступ

Потреба в знаннях, якими можна оперувати із застосуванням машинних методів обробки, стрімко поширюється. Сьогодні, навіть така традиційно консервативна сфера життя суспільства, як аграрна – потребує впровадження нових підходів в організації знань, які дозволяються більш професійно реагувати на виклики сьогодення. Це цілком стосується й такий специфічний сфері як «Шкочинні об'єкти сільськогосподарських культур». Адже без надійного контролю шкідників втрати від них сьогодні можуть становити 30–40% і навіть досягати 50–70% [1]. Так, у виробництві зернових часто або ігнорують інсектицидний захист зернових, або приділяють йому недостатню увагу, нерідко неправильно оцінюючи потенційні втрати врожаю від шкідників. Таких прикладів можна навести багато. Але, питання полягає не тільки в недостатній увазі до проблеми, але й у відсутності інтегрованої бази знань, яка б містила розподілені по різних джерелам окремі знання. Більш того, така база знань повинна мати інтуїтивно зрозумілий (дружелюбний) інтерфейс, який би не відлякував звичайну людину, яка не дуже добро володіє інформаційними технологіями, від звернення до такої бази знань.

Семантична мережа, як модель представлення знань

Мережні моделі засновані на семантичній мережі. Формально їх представлять у вигляді $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, G \rangle$, де I – безліч інформаційних одиниць, C_1, C_2, \dots, C_n – безліч типів зв'язків між інформаційними одиницями, G – зв'язку із заданого набору типів зв'язків, що входять в I [2]. У порівнянні з іншими моделями представлення знань вона має наступні переваги: події та предмети описуються близько до природної мови; надання можливості з'єднувати окремі фрагменти мережі; створення організованої множини з понять та подій; виділення окремої ділянки мережі для кожної операції над даними та поняттями, а також надання можливості охопити необхідні характеристики в запиті; забезпечення наочності системи знань; схожість структури мережі знань семантичній структурі конструкцій природної мови; мережа відповідає уявленням про організацію довготривалої пам'яті людини.

Створення базових елементів OWL-онтології в Protege 5.1.0

Загальна OWL-онтологія містить у складі заголовок (рисунок 1) і тіло. Заголовок присвячений наданню інформації про онтологію (версія, примітки), про імпортовані онтології. Тіло містить опис класів, властивості та екземпляри, так звані індивіди класу [3].

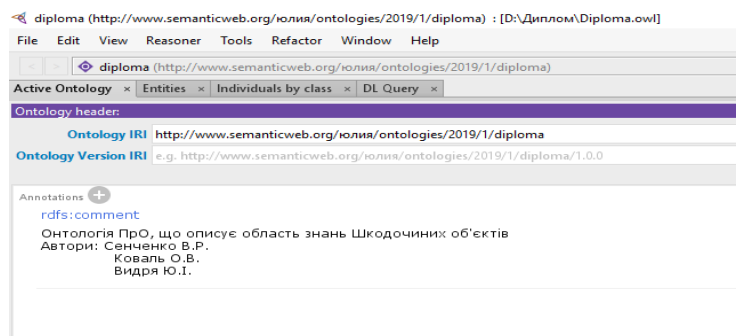


Рисунок 1 - Заголовок предметної області шкодоочинних об'єктів

У редакторі Protege 5.1.0 процес створення онтології складається з чотирьох етапів: виокремлення основних понять (класів) предметної області і встановлення відносин між ними, складання ідентифікуючих термінів для основних понять і сформування визначень, пов'язаних з ними; побудова таксономії термінів; визначення мови для опису онтології; завдання фіксованою концептуалізації на обраною мовою [4]. Далі наведено практична реалізація вищенаведених етапів.

Визначення та опис класів предметної області

Класи (owl: Class) є основними компонентами онтології. Їх опис здійснюється за допомогою формальних конструкцій. На рисунку 2 представлена ієрархія класів предметної області шкодоочинних об'єктів сільськогосподарських культур.

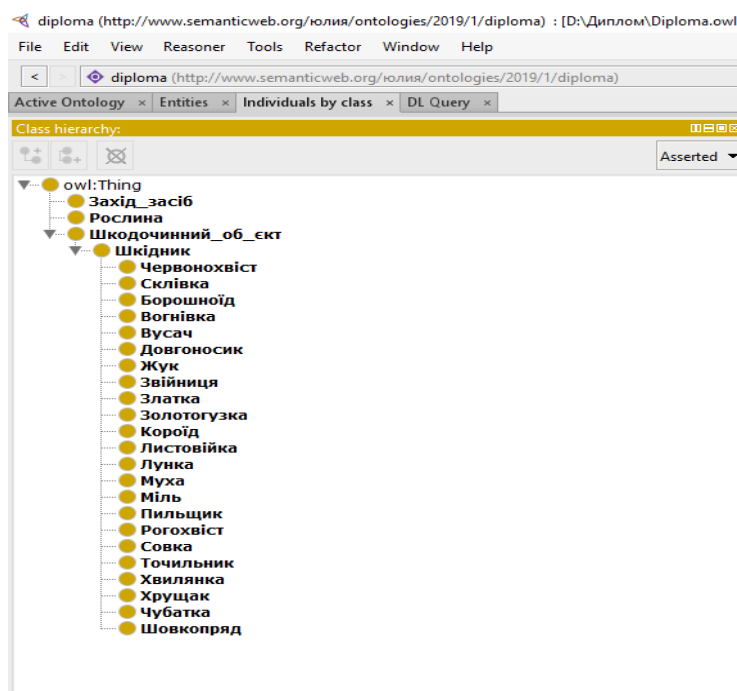


Рисунок 2 - Ієрархія класів (дерево класів)

Дана онтологія містить таксономію класів - ієрархія виду «підклас-суперклас». Вони встановлюються автоматично системою логічного виводу, Reasoner. Клас **THING**, визначений за замовчуванням, представляє набір, що містить всі об'єкти предметної області, тому всі класи є підкласами **THING** [5].

Класи в OWL можуть перетинатися за замовчуванням, тому щоб вони були розділени, необхідно визначити непересічними (Disjoint Classes). Це гарантує, що екземпляр не зможе бути екземпляром більш ніж одного класу.

Створення індивідів класу

Індивіди (екземпляри класів або властивостей) визначаються за допомогою аксіом індивідів (фактів): факти членства індивідів в класах і факти про значення властивостей індивідів; факти ідентичності / різних індивідів.

Аксіоми другого типу потрібні для визначення ідентичності індивіда, оскільки в OWL не робиться припущень про відмінності або збігу двох індивідів, що мають різні ідентифікатори URI. Подібні положення виражаються через наступні затвердження : owl: sameAs (два посилання URI посилаються на один і той же індивід); owl: differentFrom (два посилання URI посилаються на різні індивіди); owl: AllDifferent (визначає список попарно різних індивідів) [6].

Для створення індивідів в Protégé 5.1.0 використовується закладка Individuals.

Описані індивіди розглянутої предметної області, здатні наповнити класи предметної області, а також задані їх властивості. Як наочний приклад на рисунку 3 представлена панель опису індивіда, де індивід «Акацієва вогнівка» є екземпляром підкласу «Вогнівка», класу «Шкідник». Йому присвоєно властивості: «пошкоджує», що зв'язує шкідника з культурою «Горох»; властивість «родина», яке визначає, «вогнівки — Pyraustidae», «Ембріальний розвиток» має значення «4», «Розмах крил» дорівнює «22», «довжина лялечки» - «7», «Колір крила» відносять до «жовтуватосірі», «Тип шкідника» — «шкідники зернових бобових культур», «Зона шкодочинності» - «степ», «ряд» - «лускокрилі — Lepidoptera», а також інші можливі відносини індивіда, що дозволяють зв'язати його з конкретними екземплярами класів.

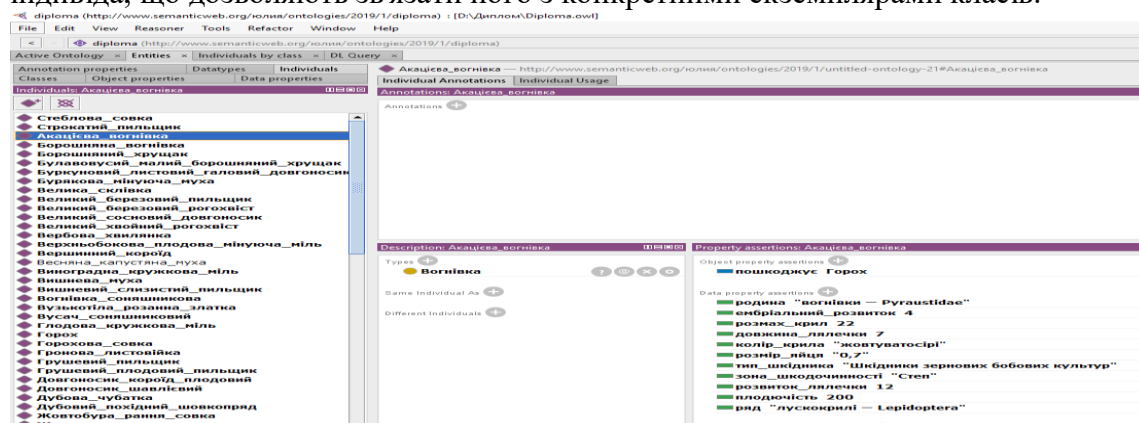


Рисунок 3 - Панель опису індивіда

Окремі індивіди можуть посилатися на інших таким чином, щоб бути «тим же» або «Відмінним від». У редакторі Protege 5.1.0 ці властивості можна задати за допомогою характеристик owl: sameAs і owl: AllDifferent.

При створенні класи і індивіди мають тільки ім'я, надалі в процесі опису їм задаються властивості [7].

Опис властивостей класів і типів даних

У OWL властивості (rdf: Property) являють собою зв'язки якими пов'язані між собою класи або індивіди. У даній мові опису онтології існує два основних типи властивостей: властивості об'єктів (owl: ObjectProperty) є зв'язком між двома класами або індивідами; властивість типу даних (owl: DataTypeProperty) пов'язує індивіда зі значенням типу даних схеми RDF (визначає зв'язку між індивідом і значеннями даних). На рисунку 4 відображена панель опису властивостей об'єктів предметної області [8].

Для визначення нових властивостей, таких як, наприклад, owl: ObjectProperty або owl: DataTypeProperty, використовуються аксіоми властивостей, які мають такий вигляд:

<Owl: ObjectProperty rdf: ID = «знищує» />.

Для конкретного визначення об'єктів існують наступні характеристики властивостей:

- функціональні властивості (owl: FunctionalProperty);
- зворотні функціональні властивості (owl: InverseFunctionalProperty);
- транзитивні властивості (owl: TransitiveProperty);
- симетричні властивості (owl: SymmetricProperty);
- асиметричні властивості (owl: AsymmetricProperty);
- рефлексивні властивості (owl: ReflexiveProperty);
- іррефлексивні властивості (owl: IrreflexiveProperty)

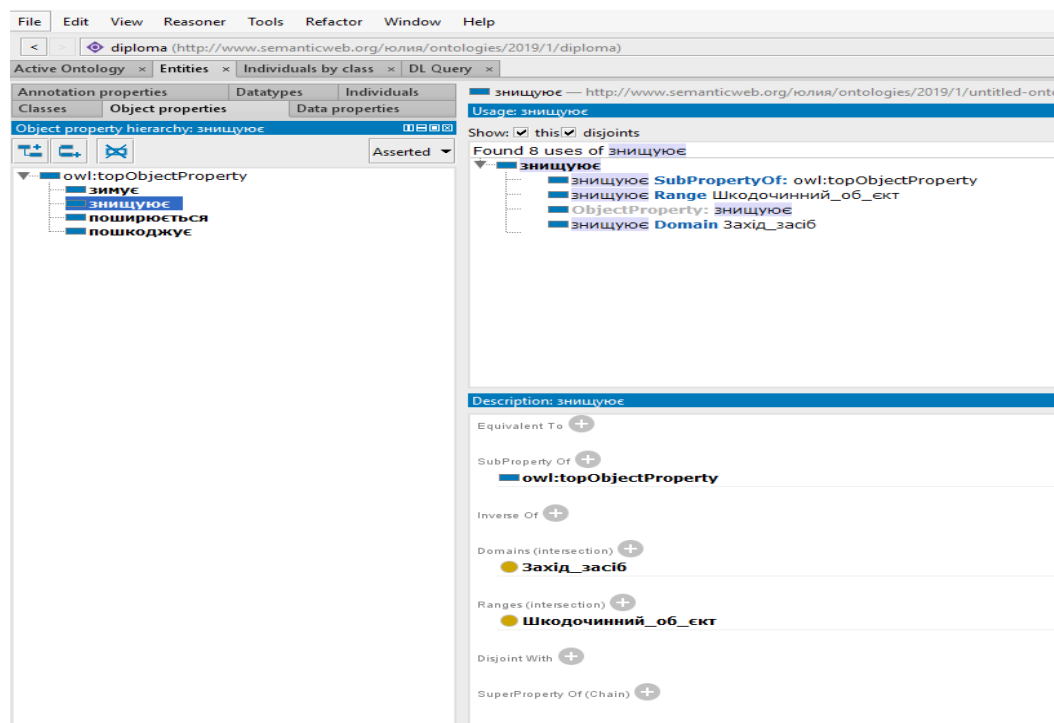


Рисунок 4 - Панель опису властивостей об'єктів предметної області

На рисунку 5 представлена панель опису властивостей типу даних об'єктів.

Властивості-відносини задаються на вкладці «Object Properties» і визначають деякі відносини між двома індивідами (екземплярами класів), тобто суб'єктом і об'єктом RDF будуть індивіди [9];

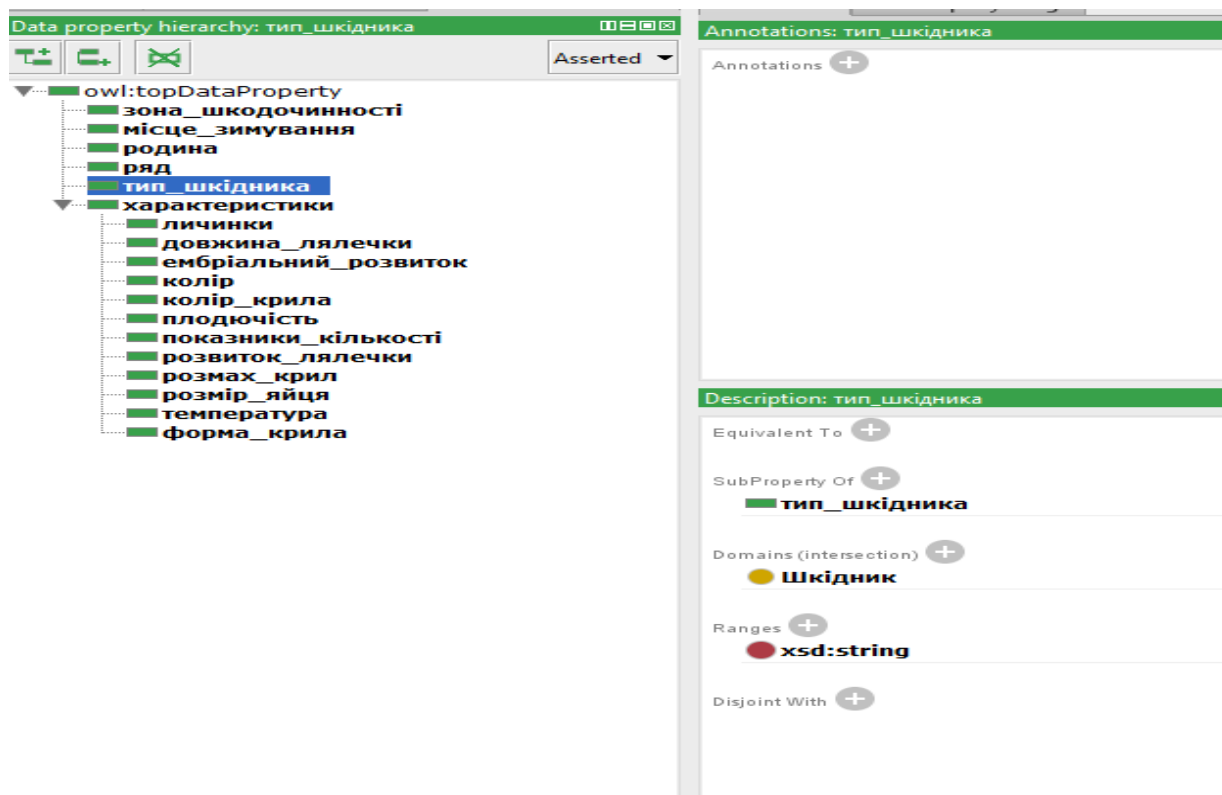


Рисунок 5 - Панель опису властивостей типу даних об'єктів

Властивості - дані задаються на вкладці «Data Properties» і визначають деякі фактичні характеристики індивідів, тобто суб'єктом RDF буде індивід, а об'єктом значення характеристики у вигляді рядка, числа, дати і тощо.

В OWL також існує ще один тип відносин - властивості анотації, який може використовуватися для додавання інформації (метаданих) для класів, окремих індивідів і властивостей об'єктів.

Анотації

Мова опису онтології OWL дозволяє створювати анотації з різною інформацією (коментарі, дату створення, автора, посилання на ресурси тощо) і метаданими класів, властивостей, індивідів і онтології (онтології заголовка) [10].

Нище наведено п'ять зумовлених властивостей анотації, що використовуються для опису класів, властивостей і індивідів: owl: versionInfo (діапазоном цієї властивості є рядок); rdfs: table (має діапазон рядки, що можуть бути використаними для додавання коментарів при огляді в онтології імен класів, властивостей і індивідів, а також для надання багатомовних імен); rdfs: comment (має діапазон рядки); rdfs: seeAlso (має значення URI, яке використовується для

позначення відповідних ресурсів); `rdfs: isDefinedBy` (має значення URI-посилання і використовується для посилання на онтологію).

На рисунку 6 наведено приклад опису анотації властивості `rdfs: seeAlso`, певного для індивіда «Вогнівка борошняна» - шкідник, що пошкоджує борошно, крупу, висівки і макуху, комбікорм, зерно, сушені фрукти, який наповнює клас «Вогнівка». Панель опису індивіда «Вогнівка борошняна» включає в себе: індивіди (1), властивості - дані (2) і анотацію (3). При активації посилання, що визначає властивість `rdfs: seeAlso` (4), користувач автоматично потрапляє на web-ресурс, що містить дані про вогнівку борошняну.

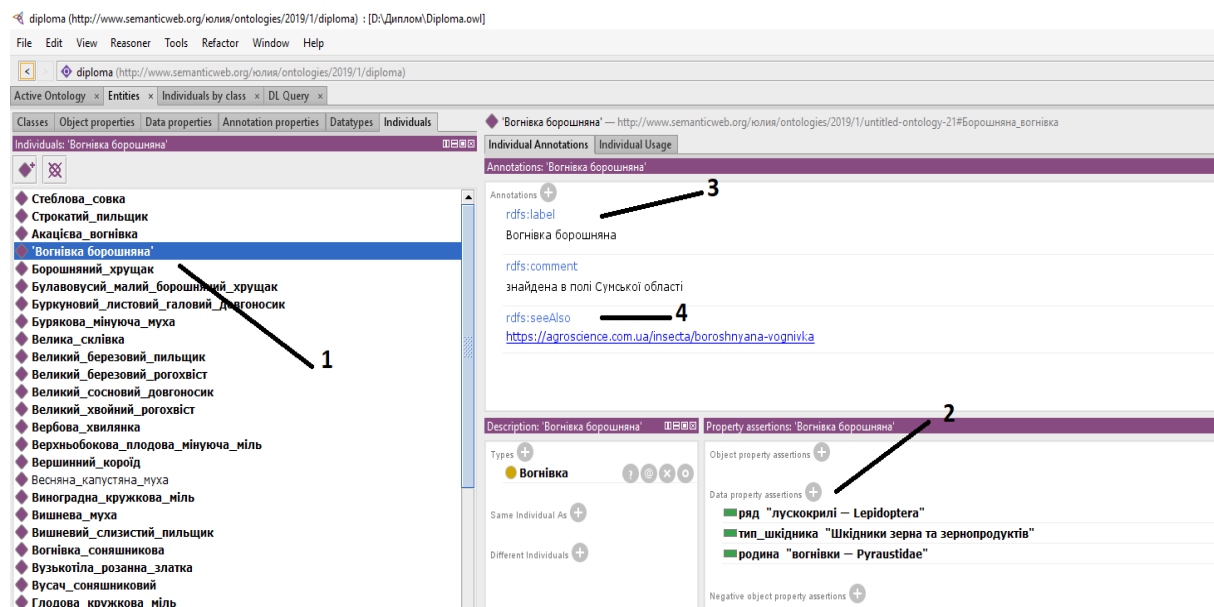


Рисунок 6 – Опис індивіду «Вогнівка борошняна»

Виконання DL- запиту

Мова запитів DL-Query в інструментальному середовищі Protégé 5.1.0 реалізована в рамках програми reasoner HermiT та підтримує синтаксис і семантику мови OWL 2 Direct Semantics як стандарту World Wide Web Consortium (W3C). Це також дозволяє точно описувати багато доменні онтології (довільно пов'язані структури онтології).

Семантичний Reasoner HermiT сприймає онтологію як набір TBox(SD) – опис ієрархії класів <Class hierarchy> (понять предметної області та їх екземплярів), а також ABox(SD) – множин властивостей, якими описуються класи та їх екземпляри (за допомогою словників <owl:topDataProperty> та <owl:topObjectProperty>). Така реалізація програми логічного виводу суттєво спрощує сам процес формування DL-запиту, оскільки у користувача з'являється можливість скористатися інтелектуальним інтерфейсом, який дозволяє обирати потрібні об'єкти, властивості або логічні функції із відповідних словників: класів <Class hierarchy>, <owl:topDataProperty> та <owl:topObjectProperty>.

На рисунку 7 представлено панель «DL query» та результат запиту за властивостями «розвиток_лялечки» та «розмах_крил».

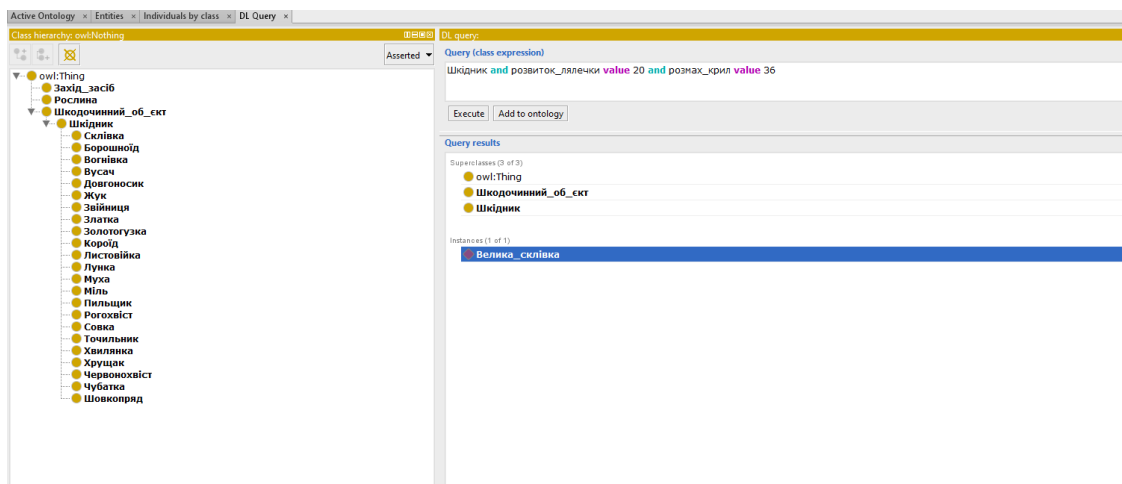


Рисунок 7 - Панель «DL-query» та результат DL-запиту

Рисунок 8 ілюструє результат пошуку індивідів класу «Шкідник» та «тип_шкідника» зі значенням «Шкідники багаторічних бобових культур».

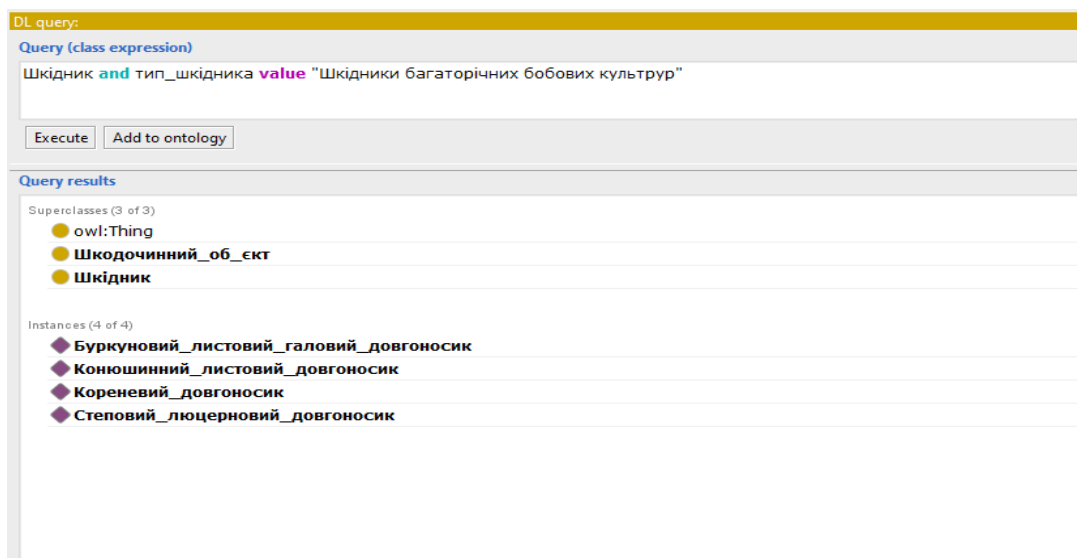


Рисунок 8 – Результат пошуку індивідів класу «Шкідник»

Наявність інтелектуального інтерфейсу при написанні DL-запиту (у вигляді триплету) суттєво скорочує кількість помилок користувача та позитивно впливає на психологічне сприйняття результатів логічного виводу.

Побудова семантичної мережі предметної області

Семантична мережа - мережна модель, що має вигляд орієнтованого графа, вершинами (вузлами) якої є класи (об'єкти предметної), а дугами (ребрами) - спрямованість відносини або зв'язку, що з'єднують ці вузли. У семантичній мережі відображені типи відносин. Рисунок 9

ілюструє сема-нтичну мережу, що побудована в результаті онтологічного моделювання розглянутої предметної області в редакторі Protege 5.1.0.

Як модель предметної області, семантична мережа найбільш часто використовується для представлення декларативних знань, за допомогою якої реалізуються такі властивості системи знань, як інтерпретованість і зв'язність. За рахунок цих властивостей семантична мережа дозволяє знизити обсяг збережених даних, забезпечує висновок умовиводів по асоціативним зв'язкам. Семантична мережа є необхідним ресурсом і способом представлення знань, який відображає семантику предметної області, а також дозволяє проводити візуальний аналіз предметної області, графічно відображаючи її структуру.

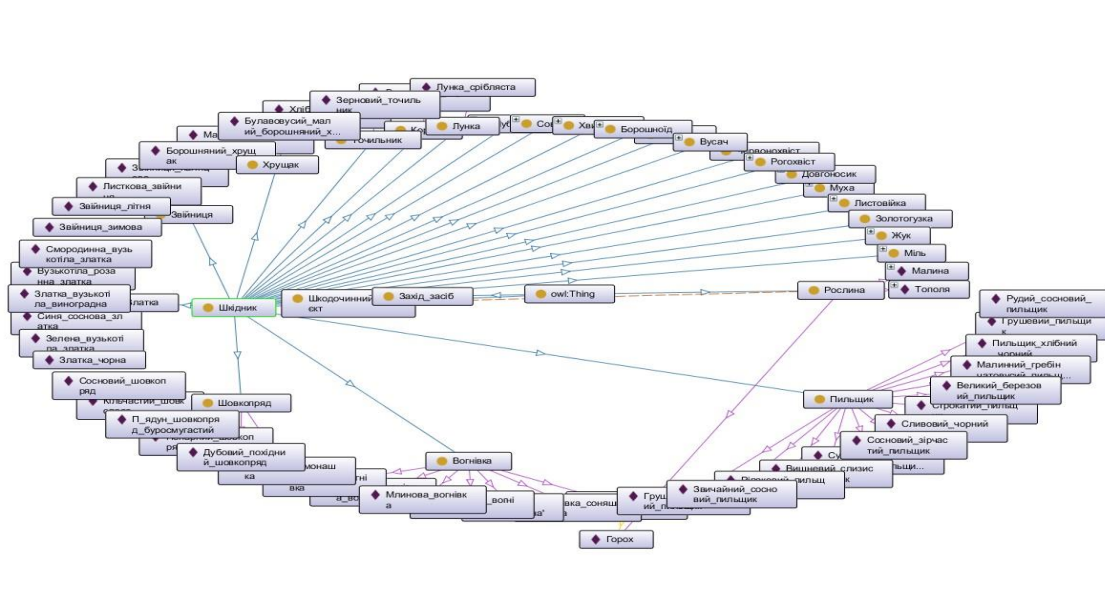


Рисунок 9 - Семантична мережа предметної області «Шкодочинні об'єкти сільськогосподарських культур»

На рисунку 10 в якості прикладу наведено фрагмент семантичної мережі, що відображає відносини не тільки класів, а й індивідів, які наповнюють їх.

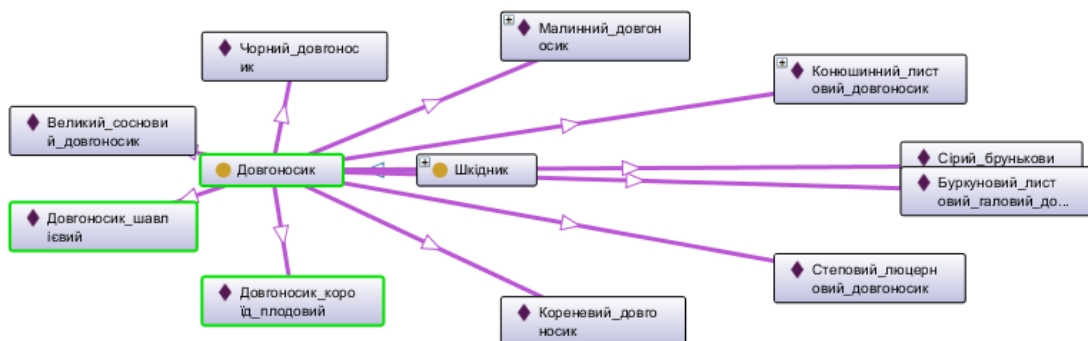


Рисунок 15 – Фрагмент семантичної мережі предметної області «Довгоносик»

Висновок

Знання не мають чіткої межі, внаслідок чого оцінювати їх чітко досить складно. Вони можуть бути представлені тільки як система даних з інтерпретатором. Тому необхідна модель, яка б дозволила чітко уявити нечіткі величини (знання) в системах і звести похибки ідентифікації об'єктів до мінімуму.

Онтології доводять, що вони є одним з основних інструментів, що використовуються для розробки семантичного процесу. Схема є корисним методом для поліпшення інформаційних значень процесу моделей і їх аналізу за допомогою концептуалізації, що дозволяє підвищити значення елементів процесу за рахунок використання властивостей та класифікації виявляти об'єктів, щоб генерувати знання виведення, які можуть бути використані для визначення корисних моделей, а також для прогнозування майбутніх результатів.

Редактор Protege 5.1.0. крім загальних функцій редагування і перегляду онтології, він дозволяє виконувати підтримку документування онтології, імпорт і експорт онтології різних форматів і мов, підтримку графічного редагування, управління бібліотеками онтології.

Як недолік редактора Protege 5.0 слід вказати на відсутність можливості математичної обробки даних і рішення оптимізаційних завдань. Для цього необхідно додатково розробляти програмне додаток, в основі бази знань якого буде використовуватися розроблена прикладна онтологія ПрО.

Розроблена прикладна онтологія предметної області дозволяє вирішувати завдання: логічного, структурованого опису, категоризації, пошуку інформації та аналізу даних. В майбутньому онтологія може бути використана в якості бази знань для формування єдиного інформаційного середовища про шкодочинні об'єкти.

Список використаних джерел

- [1] OWL Web Ontology Language. W3C Recommendation [Electronic Resource] / 2004 - Mode of access: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [2] Загоруйко, Г. Б. Разработка онтологии задач и методов для инструментария построения интеллектуальных СППР / Г.Б. Загоруйко // Труды XVII Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии». Часть III. - Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012. - С. 43-49.
- [3] Шустова, Д.В. Подход к разработке семантических основ информационных систем для проектирования и производства авиационной техники / Д.В. Шустова // Онтология проектирования. - 2015. - № 1 (15). - С. 70-82.
- [4] Noy, F. Ontology Development. A Guide to Creating Your First Ontology / Deborah L. McGuinness - Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.
- [5] Gruber, T. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing // International Journal Human-Computer Studies. - 1995. - Vol. 43. - P. 907-928.
- [6] Овдей, О.М. Обзор инструментов инженерии онтологии / О.М. Овдей, Г.Ю. Проскудина // Электронные библиотеки. - Т.7. - Вып.24 [Электронный ресурс] / 2004: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op>.
- [7] Stumme, G. Semantic Web Mining. State of the art and future directions / G. Stumme, A. Hotho, B. Berendt // Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web, № 4, 2006, pp. 124-143.

- [8] *Доброе, Б.В.* Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учебное пособие / Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич, В.Д. Соловьев. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 173 с.
- [9] *Болотова, Л.С.* Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: учебник / Л.С. Болотова. - М.: Финансы и статистика, 2012. - 664 с.
- [10] *Макагонова, Н.Н.* Методология построения онтологического пространства знаний / Н.Н. Макагонова // Труды XVII Байкальской Всероссийской конференции «Информационные и математические технологии». Часть III. - Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2012. - С. 81-86.

FORMATION OF KNOWLEDGE ABOUT THE SUBJECT AREA FOR IDENTIFICATION OF OBJECTS

O. V. Koval, V.R. Senchenko, Yu. I. Vidrya

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Institute for Information Recording Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine

Summary

The article is devoted to consideration of the possibilities of using the semantic approach of presentation of knowledge and ontological modeling for the description of a certain subject area, as well as optimization of search and categorization of information. The subject area is represented by "Scarecrow objects of agricultural crops". The construction stages are done with the help of the editor Protege 5.1.0. The classes and individuals that describe the subject area, as well as the relationship between them, are given, using the language of the logic of predicates of the first order. The search is performed using DL data requests. The domain model is represented as a semantic network. The advantages of ontological modeling of the subject area are presented. The tasks of further research concerning optimization of processes of analysis and processing of information on harmful objects of agricultural cultures with implementation of the developed ontology of the subject area are determined.

Keywords. METHODS OF REPRESENTATION OF KNOWLEDGE; BASIS OF KNOWLEDGE; ONTOLOGICAL APPROACH; SEMANTIC NETWORK